

Natural History Museum Library



000233047

205

**SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.**

205.



PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ

GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Come Douzième. Deuxième Série.

1854 A 1855.

PARIS,

AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1855.



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Séance du 6 novembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

Le Président annonce six présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, juin à octobre 1854.

De la part de M. J.-J. Bianconi : 1° *De mari olim occupante planities et colles Italiæ, Græciæ, Asiæ Minoris, etc., et de ætate terreni quod geologi appellant marnes bleues dissertationes*. Fasciculus 5, in-4, p. 136-193. Bologne, 12 février 1852.

2° *Repertorio italiano per la storia naturale*, anno 1853, fascic. 2, in-8.

De la part de M. A. Burat : 1° *De la houille. — Traité théorique et pratique des combustibles minéraux*, 1 vol. in-8, 482 p., 17 pl. Paris, 1851, chez Langlois et Leclercq.

2° *Géologie appliquée. — Supplément sur les relations des gîtes métallifères avec les roches éruptives et sur la continuité des minerais en profondeur*, in-8, 112 p. Paris, 1853, chez Langlois et Leclercq.

De la part de M. le chevalier T.-A. Catullo, *Intorno ad una nuova classificazione delle calcarie rosse ammonitiche delle Alpi Venete* (extr. du vol. V delle *Mem. dell' I. R. Istituto Veneto di sc., letter. et arti*), in-4, 57 p., 4 pl. Venezia, 1853.

De la part de M. le docteur Emilio Cornalia, *Notizie zoologiche sul Pachypleura Edwardsii* (est. dal *Giornale dell' I. R. Istituto Lomb. di sc., lett. ed arti*), in-4, 16 p., 2 pl. Milano, 1854.

De la part de M. J. Cornuel, *Notice sur la cause des mouvements de rotation et de translation de la terre et des autres planètes, sur divers autres phénomènes auxquels elle donne lieu, et sur ses effets pendant les révolutions de la surface de certains corps planétaires*, in-8, 64 p. Paris, 1854, chez L. Martinet.

De la part de M. Gustave Cotteau, *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, 14^e et 15^e livrais., in-8.

De la part de M. Joseph Delbos : 1^o *Thèse de géologie : Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour, suivi de considérations sur l'âge et le classement des terrains nummulitiques*, in-4, 162 p., 1 tabl., 2 pl. Bordeaux, 1854, chez Météreau.

2^o *Thèse de botanique : Recherches sur le mode de répartition des végétaux dans le département de la Gironde*, in-4, 45 p. Bordeaux, 1854, chez Météreau.

Ces deux thèses ont été soutenues, le 4 décembre 1854, devant la Commission d'examen de la Faculté des sciences de Paris.

De la part de M. J. Fournet, *De l'extension des terrains houillers sous les formations secondaires et tertiaires de diverses parties de la France* (extr. des *Mémoires de l'Académie des sc., bell.-lett. et arts de Lyon*, séance du 10 janvier 1854), in-8, 192 p.

De la part de M. Albert Gaudry, *Sur les environs du Bosphore de Thrace* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 13, 1853), in-4, 7 p.

De la part de M. Scipion Gras, *Note sur le but et les moyens d'exécution des cartes agronomiques* (extr. des *Annales des mines*, t. IV, 1853), in-8, 35 p. Paris.

De la part de Edm. Hébert : 1^o *Note sur l'âge des sables blancs et des marnes à Physa gigantea de Rilly* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 436, 1853), in-8, 19 p.

2^o *Observations sur l'argile plastique et les assises qui l'accompagnent dans la partie méridionale du bassin de Paris* (extr. du même *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 418, 1854), in-8, 24 p.

3^o *Note sur une nouvelle espèce de Cirrhipède fossile* (Scalpellum Darwini, Héb.) (extr. du même Bulletin, 2^e sér., t. XI, p. 470, 1854), in-8, 2 p.

De la part de MM. Hæghens, Ch. Martins et Bérigny, *Annuaire météorologique de la France pour 1852, 4^e année*, grand in-8, 300 et 319 p.: 3 pl. Paris, 1853, chez Gaume frères.

De la part de M. Hardouin Michelin, *Note sur quelques Échinides fossiles* (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, n^o 8, 1854), in-8, 4 p.

De la part de sir Charles Lyell, *New-York industrial exhibition. Special report*, in-f^o, 50 p. London, 1854.

De la part de M. P.-A. Millet, *Paléontologie de Maine-et-Loire*, in-8, 187 p. Angers, 1854, chez Cosnier et Lachèse.

De la part de MM. Adrien Paillette et Restituto Alvarez Buyla : 1^o *Plan général des mines de charbon de Ferroñes et de S. Firme*, 1 f. colombier.

2^o *Plan et coupe des principales couches de Ablana-Macho et Cuesta au 21 décembre 1852; usine de Mierès, Asturies*, 1 f. colombier.

3^o *Plan de détail des couches près des hameaux d'Ablana et de Rollo, fabrique de Mierès, Asturies, et de celles aux environs d'Anives et de Tudela, etc., Asturies*, 1 f. colombier.

4^o *Plan et coupes du ruisseau d'Anieves*, 1 f. colombier.

5^o *Carte industrielle du centre des Asturies*, 1 f. grand aigle.

De la part de M. Joseph Prestwich : 1^o *On the structure, etc.* (Sur la structure des couches situées entre l'argile de Londres et la craie dans les systèmes tertiaires de Londres et du Hampshire, 2^e part., 2^e divis., séries de Wolwich et de Reading) (extr. du *Quart. journ. of the geol. Soc. of London*, février 1854, in-8, 170 p., 4 pl.).

2^o *On some Swallow Holes, etc.* (Sur quelques cavités dans les montagnes crétacées près de Cantorbéry) (extr. du *Quart. journ. of the geol. Soc. of London*, mai 1854), in-8, 3 p.

De la part de M. le docteur Jules Tessier Rolland, *Histoire des eaux de Nîmes et de l'aqueduc romain du Gard*, t. IV,

2^e part., in-8, 860 p., 1 pl. Nîmes, 1853, chez Ballivez et Fabre.

De la part de M. A. Viquesnel, *Carte de la Thrace, d'une partie de la Macédoine et de la Mœsie, dressée par M. A. Viquesnel, dessinée par Charle, géographe*, Paris, 1854, 1 feuille oblongue.

De la part de M. Carl Vogt, *Lehrbuch*, etc. (Traité de géologie et de paléontologie), in-8, II^e vol., 642 p., 14 pl. Braunschweig, 1854, chez Fr. Vieweg und John.

De la part de M. Demaria, *Geologia. — Considerazioni sopra la formazione dei massi granitici erratici dell' Italia, della Savoia et della Svizzera*, in-18, 4 p. Anneci, 1854, chez Burdet.

De la part de M. Carlo Giorgini, *Sui Fiumi*, etc. (Sur les fleuves et sur l'Arno dans la plaine de Florence, et considérations sur les progrès de la physique hydraulique), in-8, 230 p., 2 pl. Florence, 1854, chez Murat.

De la part de M. Stéphane Perrot, *Almanach des lignes télégraphiques*, in-18, 108 p. Paris, 1854, chez Plon frères.

De la part de M. G. Senès, *Cenni scientifici*, etc. (Aperçus scientifiques sur une théorie nouvelle pour expliquer l'existence des fossiles sur les montagnes, et rapports de cette théorie avec la formation tertiaire de la Sicile et les produits particuliers à cette île), in-8, 49 p. Palerme, 1854, chez B. Virzè.

De la part de M. Marcel de Serres : 1^o *De l'action exercée sur les roches par les mollusques perforants, et des moyens de distinguer cette action des effets produits par les agents extérieurs*, in-4, 37 p., 1 pl. Montpellier, 1854, chez Boehm.

2^o *Note additionnelle au mémoire sur l'action exercée sur les roches par les mollusques perforants*, in-4, 4 p. Montpellier, 1854, chez Boehm.

De la part de M. Eugène Sismonda, *Notizia storica*, etc., (Notice historique sur les travaux de la classe des sciences physiques et mathématiques pendant l'année 1853) (extr. des *Mém. de l'Ac. R. des sc. de Turin*, 2^e sér., t. XIV), in-4, 76 p., 1 pl. Turin.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 1^{er} sem., n^o 26; 2^e sem., n^{os} 1 à 18.

Annales des mines, 5^e sér., t. IV, 6^e livr. de 1853 ; t. V, 1^{re} et 2^e livr. de 1854.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e sér., t. VII, 1854, nos 44 à 45. •

Annuaire de la Société météorologique de France, t. I^{er}, 1853, 2^e part., *Tableaux météorologiques*, f. 4 à 7 et 26 à 29 ; 1854, 1^{re} part., *Bulletin des séances*, f. 4 à 9 et 10 à 13. *Tableaux météorologiques*, f. 4 à 8.

Société impériale et centrale d'agriculture. — *Bulletin des séances*, 2^e série, t. IX, n^o 1, 1853 ; et n^o 5, 1854.

L'Institut, 1854, nos 1069 à 1087.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 7^e année, nos 69 à 72.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sc., arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. V, 2^e sér., nos 29 et 30, 1^{er} et 2^e trim. 1854.

Annales sc., litt. et ind. de l'Auvergne, t. XVI, 1853.

Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, in-8, t. II, 1^{er} bulletin. Guéret, 1854.

Mémoires de la Société libre d'émulation du Doubs, 2^e sér., IV^e vol., 1853 ; V^e vol., 1854, 1^{re} livrais.

Annales des sciences physiques et naturelles, d'agric. et d'industrie, publiées par la Soc. nat. d'agric., etc., de Lyon, 2^e sér., t. III, 1^{re} part., année 1850 ; 2^e part., année 1851 ; t. IV, 1852 ; t. V, 1853, in-8.

Mémoires de l'Académie nationale des sciences, belles-lettres et arts de Lyon. — *Classe des sciences*, nouv. série, t. 1^{er}, 1851 ; t. II, 1852. — *Classe des lettres*, nouv. série, t. 1^{er}, 1851 ; t. II, 1853.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n^o 125.

Mémoires de l'Académie de Stanislas (Nancy), année 1853.

Mémoires de la Société philomatique de Verdun, t. V, 1853.

Société vaudoise des sciences naturelles. — *Bulletin*, n^o 31, t. III, année 1853 ; n^o 32, t. IV, année 1854.

Mémoires de la Société royale des sciences de Liège, t. IX.

Société des sciences naturelles du grand-duché de Luxembourg, t. II, 1854.

Préavis de la Commission spéciale des mines du Jura,

adressé au Conseil exécutif du canton de Berne, in-8, 151 p., 3 tableaux. Porrentruy, 1854, chez Victor Michel.

The Athenæum, 1854, nos 1392 à 1409.

Proceedings of the royal Society, vol. VII, nos 2, 5 et 6.

Report, etc. (Compte rendu de la 23^e réunion de l'Association britannique pour l'avancement de la science, tenue à Hull en septembre 1853).

Sitzungsberichte, etc. (Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne, classe des sciences mathématiques et naturelles), t. XI, année 1853, 1^{er}, 2^e et 5^e cah.; t. XII, 1854, 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e cah.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin), année 1853.

Monatsbericht, etc. (Compte rendu mensuel de séances de l'Acad. r. des sc. de Berlin), août à décembre 1853; et janvier à juillet 1854.

Zeitschrift, etc. (Journal de la Société géologique allemande), vol. V, 4^e cahier; vol. VI, 1^{er} et 2^e cah.

Jahrbuch, etc. (Annuaire de l'Institut impérial géologique d'Autriche), 1853, 4^e année; n^o 4; 1854, 5^e année, n^o 1.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouveau journal de MM. de Leonhard et Bronn, pour la minéralogie, la géognosie, la géologie et la paléontologie), année 1853, 7^e cahier; année 1854, 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e cahiers.

Jahreshefte, etc. (Feuilles annuelles de la Société des sciences naturelles de Wurtemberg), 6^e année, 1850, 3^e cah.; 10^e année, 1854, 2^e cah.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des sciences naturelles de la Prusse rhénane et de la Westphalie), par M. le professeur Budge, 11^e année, 1^{er}, 2^e et 3^e cahiers.

Jahresbericht, etc. (Compte rendu annuel des progrès de la chimie, de la physique, de la minéralogie et de la géologie), par MM. Justus Liebig et Hermann Kopp; année 1853, 1^{er} cahier.

Systematisch, etc. (Catalogue méthodique, systématique et chronologique de tous les travaux et mémoires de la Société royale des sciences de Bohême), par M. Ign. J. Hanus, in-8, 80 p. Prague, 1854.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des naturalistes de Bâle), in-8, 1^{er} cahier. Bâle, 1854.

Vierter Bericht, etc. (Quatrième compte rendu de la Société des sciences naturelles et médicales de la Hesse supérieure), in-8, Giessen, 1854.

Revista minera, nos 99 à 107.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2^e sér., n° 51, mai 1854.

The Proceedings of the american Academy of arts and sciences, vol. III, feuilles 1 à 13.

The Journal of the Bombay Branch of the royal Asiatic society, n° 19, vol. V, janvier 1854.

M. Auguste Viquesnel fait don à la Société de 2 exemplaires de sa carte renfermant la Thrace, une partie de la Macédoine et de la Mœsie. Cette carte est encore inédite.

M. le marquis de Roys dépose sur le bureau une collection de fossiles et de roches qui proviennent des localités visitées par la Société géologique lors de la session extraordinaire de Valence en septembre dernier.

M. le général de la Marmora présente sa carte géologique de la Sardaigne et des coupes nombreuses de cette île. Il fait à ce sujet la communication suivante :

Sur la carte géologique de la Sardaigne, par M. le général
A. de la Marmora.

Près de six lustres se sont écoulés depuis que je m'occupe de recherches sur l'île de Sardaigne ; aussi pourra-t-il paraître singulier à quelques personnes que le travail, dont je suis maintenant en mesure d'annoncer à la Société la prochaine publication, remonte à une époque aussi reculée.

La principale raison de ce retard provient des quatorze années que j'ai dû consacrer uniquement à la confection tout entière de la carte topographique de l'île ; il est vrai que durant ce long et pénible travail, pendant lequel j'ai parcouru dans tous les sens les monts de cette contrée presque inconnue, j'ai pu me faire une idée assez précise de sa charpente géologique ; mais, comme il est impossible à l'homme consciencieux de mener de pair deux opéra-

tions aussi distinctes que celle d'une triangulation et d'un relevé topographique, et celle de recherches géologiques, ce n'est que vers la fin de l'année 1845, c'est-à-dire à l'époque de la publication de ma grande carte de la Sardaigne, que je fus en mesure de reprendre sur le terrain les études géologiques que le travail du relevé du sol m'avait forcé d'ajourner. J'allais effectivement m'y livrer avec ardeur, lorsque les événements politiques des années 1848 et 1849 vinrent mettre un obstacle à mes projets; les charges qui me furent imposées alors et depuis m'interdirent toute sorte d'occupations scientifiques. Rentré enfin depuis deux ou trois ans dans la vie privée, je me trouve malheureusement en face d'une autre difficulté pour reprendre mes recherches sur les lieux; l'âge et toutes les infirmités qui l'accompagnent ne me permettant plus d'exécuter, à soixante-six ans, ces courses qui, à trente ans, m'étaient si chères et si faciles, je dois me borner à mettre en ordre, et au plus tôt, tous les nombreux matériaux qui pendant les trente-six dernières années s'accumulèrent dans mon portefeuille; heureux si leur publication prochaine peut être de quelque utilité à la science, et servir de guide aux personnes qui se proposeront de parcourir un jour la Sardaigne un marteau à la main.

J'ai l'honneur de présenter à la Société les principales planches dont se compose l'atlas de ma description géologique de la Sardaigne; ces planches sont en partie achevées; le travail de gravure des autres est près de son terme.

La carte géologique de l'île est dressée à la même échelle que la carte géologique de la France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; j'ai même adopté à peu près les mêmes couleurs conventionnelles pour la désignation des terrains.

Sur cette carte j'ai tracé 13 lignes droites qui passent par les points les plus importants, et c'est sur ces lignes que sont faites les coupes des terrains qui forment l'objet d'une planche particulière que j'ai l'honneur de présenter manuscrite à la Société.

Deux autres grandes planches sont destinées à représenter les phénomènes éruptifs les plus importants. Celle que j'ai l'honneur de soumettre à vos regards, messieurs, est entièrement gravée; on y reconnaît les phénomènes basaltiques et les dernières éjections volcaniques analogues à celles de l'Auvergne. J'ai consacré une carte spéciale à tout le bassin occidental de la Méditerranée, dont la Sardaigne occupe le centre; elle représente l'étendue de la mer à l'époque des dépôts du *grès* et des *sables quaternaires*; vous y verrez 37 coupes de ces terrains si uniformes que j'ai visités dans

ce bassin ; j'y ai joint la vue de la partie extrême du rocher de *Gibraltar*, où se trouve un de ces dépôts et où l'on voit dans la roche calcaire un de ces sillons horizontaux, élevés de 10 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, qu'on a également rencontrés en Morée et ailleurs. Il est bon de remarquer que, parmi mes 37 coupes des grès quaternaires, il y en a trois qui sont prises hors du détroit de Gibraltar (*Tarifa*, *Santi-Petri* et *Cadix*), ce qui prouve que ce dépôt est postérieur à la rupture du détroit (si jamais elle a eu lieu). Dans la même planche, j'ai inséré une vue générale des collines de *Cagliari*, pour faire voir le phénomène de la plage soulevée, avec débris de poterie ; les coquilles et ces restes d'industrie humaine sont en bancs horizontaux et presque au niveau de la mer ; près du cap de *Saint-Elia* et au *mont de la Pace*, près de *Cagliari*, elles se trouvent portées à 60 mètres d'altitude.

Enfin, j'ai l'honneur d'exposer à la Société deux autres planches destinées à être placées en regard dans mon atlas ; elles représentent, en 10 figures, les deux îles de Corse et de Sardaigne dans leurs phases géologiques les plus importantes.

Dans la première, on voit le développement pris par les dépôts siluriens ; les deux lignes qui traversent ces dépôts se rattachent aux directions N. O. — S. E. et N. E. — S. O., qui paraissent avoir été les premières que prirent les strates de ces terrains et les filons qui les traversent ; cet exemple de deux mouvements successifs du sol se coupant à angle droit se renouvelle encore deux fois dans cette planche.

Les deux mouvements en question paraissent avoir été suivis d'un autre soulèvement dans le sens N. 15° O., S. 15° E., qui aurait fait surgir deux dépôts de combustible, à l'état d'anthracite : un dans la Corse, un autre en Sardaigne, ayant à peu près entre eux cette direction. Je ne saurais rien dire du dépôt de la Corse ; quant à celui de la Sardaigne, il paraît, d'après ses restes végétaux, se rapporter à l'époque des terrains houillers. Les grauwackes sur lesquelles les strates carbonifères reposent sont formées aux dépens des schistes siluriens et des filons de quartz ; jamais je n'ai trouvé de traces de roches granitiques.

La figure 2 représente l'apparition d'une immense bande granitique qui court du N.-O. de la Corse jusqu'au S.-E. de la Sardaigne, sans interruption. Elle paraît avoir pris la direction N. 5° (ou 7°) O., ce qui se rapprocherait de la direction du soulèvement du nord de l'Angleterre.

On voit dans la même figure deux espèces de bandes de por-

phyre rouge quartzifère, qui auraient pour direction moyenne celle du N.-N.-O. au S.-S.-E., ou du N.-O. au S.-E.

Il paraît que la grande bande granitique, qui imprime aux deux îles une direction N. 5° (7°) O., fut bientôt bordée à l'ouest par la mer; à peu près comme ces îles sont limitées aujourd'hui, et que deux dépôts du terrain oolitique, inférieur et moyen, se formèrent également dans cette direction.

Mais bientôt ces dépôts jurassiques furent suspendus, et, dans le centre et à l'est de la Sardaigne, il se forma une grande dépression, à peu près dans la direction O. 40° N., où s'enferma la mer qui déposait dans ce temps les assises du terrain oolitique supérieur; les bancs plus élevés de ces dépôts sont formés de calcaire magnésien.

Ce qui prouve que les limites orientales et occidentales de la Sardaigne après l'époque jurassique étaient alors à peu près celles que cette île a aujourd'hui, c'est que, tant à l'est qu'à l'ouest, on trouve de grands dépôts de calcaire crétacé à Nérinées et à Hippurites, qui ne se rencontrent pas dans l'intérieur.

Ces dépôts furent ensuite soulevés par un grand mouvement dans le sens E. 40° N., que prirent plusieurs petites chaînes de la Corse et de la Sardaigne.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que la base de ces dépôts vers l'est est dolomitique, tandis que du côté de l'ouest il n'y a pas de trace de dolomie.

Il est également curieux de voir que les assises les plus récentes du terrain oolitique supérieur soient magnésiennes, et que la dolomie forme au contraire la base du dépôt qui lui succède immédiatement dans l'île. Nous ferons remarquer que le granite est très développé dans toutes les régions orientales, et qu'il manque tout-à-fait vers l'ouest, où est le terrain crétacé.

Un autre mouvement du sol, dans le véritable sens N. N. O., se trouve également indiqué dans notre figure 4; il a affecté spécialement la Sardaigne occidentale, et c'est encore dans ce sens qu'ont été soulevés plusieurs dépôts de l'oolite supérieure.

Dans la figure 5, nous indiquons un mouvement du sol sarde, qui s'est opéré à l'ouest de l'île, dans le sens O. — E.; il est antérieur aux terrains à Nummulites et à Milliolites, qui paraissent avoir été déposés dans les bassins produits par ce mouvement. Au dernier mouvement en succéda bientôt un autre dans une direction perpendiculaire, c'est-à-dire du nord au sud: c'est le système *sardo-corse* par excellence.

Ce mouvement a eu lieu après les dépôts nummulitiques; dans

notre figure 6, nous faisons spécialement ressortir le parfait alignement dans cette direction exacte N.-S. de trois des plus hautes cimes de la Sardaigne, et de leur parfait rapport avec la partie supérieure de la Corse; dans la même figure nous faisons également voir qu'une quantité de torrents et de ruisseaux de la Sardaigne semblent couler, du nord au sud et du sud au nord, dans des crevasses qui se trouvent sur ce même alignement.

J'attribue ce mouvement du sol corse à l'apparition des serpentes; quant à la Sardaigne, je suis tenté de croire que ce sont les roches dioritiques qui ont soulevé les granites le long de cette ligne, et qui y remplacent la serpentine.

Mais, à l'ouest de la grande chaîne granitique de la Sardaigne, il paraît s'être opéré une grande dépression (par suite de l'exhaussement de la partie centrale granitique), et c'est de cette dépression, toujours dans le sens N.-S., que s'épanchèrent de ce côté de l'île les grandes masses trachytiques.

La figure 7 fait voir comment, en suivant d'anciennes lignes de fracture dans les sens N. — S. et N. N. O. — S. S. E., surgirent, au milieu des trachytes anciens, des trachytes amphiboliques et phonolitiques, en même temps que la grande masse trachytique précédente s'ouvrait et donnait passage dans son sein à la mer subapennine.

Cette introduction de la mer tertiaire dans cette partie de la Sardaigne paraît s'être opérée progressivement du nord au sud. En Corse et dans la partie septentrionale de la Sardaigne, les fossiles subapennins sont encore mêlés à quelques espèces marines de l'époque miocène, mais plus bas, et à mesure que l'on suit le dépôt tertiaire dans le sud, les fossiles du terrain tertiaire moyen disparaissent, et ils font place à ceux du terrain supérieur ou subapennin. Notre figure 7 indique exactement les formes et les directions de ce curieux bras de mer tertiaire qui partage l'île dans une grande partie de sa longueur.

Dans la figure 8, nous avons tracé les dépôts basaltiques, et l'on y reconnaîtra que l'espace occupé par la lave basaltique correspond à celui qui, dans la planche précédente, est envahi par la mer subapennine.

Dans la côte orientale, les coulées basaltiques d'*Orosei* reposent également sur le dépôt subapennin horizontal; seulement, près de *Dorgali* et à *Bavi*, les basaltes ont coulé sur le calcaire crétacé ou sur le granite, mais toujours dans des points battus par les flots de la mer, ou tout près du rivage; on dirait que l'émission des basaltes de cette époque était en rapport intime avec les eaux de la

mer ; au reste, les coulées basaltiques de la Sardaigne sont, à notre avis, presque toutes sous-marines.

La figure 9 représente les îles de Corse et de Sardaigne pendant la période quaternaire ; on voit d'abord dans l'intérieur de cette dernière cette traînée de petits cratères éteints, qui ont paru après la dislocation des nappes basaltiques, et qui ressemblent à ceux de l'Auvergne.

Nous y avons également tracé deux lignes qui indiquent deux mouvements du sol sarde, qui auraient eu lieu après le morcellement des basaltes ; le premier, dans le sens O. 16° S., paraît se rattacher à une grande perturbation du globe déjà signalée ; il aurait produit, dans l'île de Sardaigne, le soulèvement de la chaîne du mont *Limbara*, et deux dépressions latérales, dont une vers le sud forme une grande vallée, et celle vers le nord serait le détroit actuel de *Bonifacio*, qui sépare les deux îles.

L'autre mouvement correspondrait au soulèvement du *Ténare*, dans la direction N. 20° O. ; il ne paraît s'être montré que dans la Sardaigne occidentale ; il aurait porté à 100 mètres de hauteur le grès quaternaire des environs d'Alghero ; il aurait desséché le grand canal du *Campidano*, vers le sud, en y laissant un lac salé ; et enfin, il aurait soulevé, près de Cagliari, la plage coquillière, portée à 60 mètres de hauteur, avec des fragments de poterie grossière, tandis qu'un peu plus loin ces dépôts sont restés horizontaux et presque au niveau de la mer.

À cette espèce de *cataclysmes* du *Campidano*, nous croyons pouvoir rapporter l'accumulation des ossements dans les fentes du rocher de *Mont Reale*, près de Cagliari ; nous avons consacré une planche à cette brèche ossense, maintenant détruite par les chaudières.

Ce dépôt osseux semble lié avec un autre dépôt de terre rouge ocreuse, que nous avons rencontré dans tout le pourtour de la Méditerranée et de ses îles ; il est superposé à notre grès quaternaire ; nous les avons également rencontrés ensemble au fort *Santi-Petri* et à *Cadix*, au delà du détroit, ce qui est, à notre avis, très important.

Cette terre rouge peut être regardée comme le dernier dépôt général et uniforme qui ait été laissé par la mer avant la période actuelle.

La figure 10 et dernière de cette même planche représente la Corse et la Sardaigne dans leur état géologique actuel ; ces deux îles y sont tracées, ainsi que dans les figures précédentes, à l'échelle de deux millions, c'est-à-dire à la même échelle que

celle de la petite carte géologique de la France en une feuille ; ainsi les comparaisons de nos figures avec cette carte sont très faciles.

M. Ch. Sainte-Claire Deville rappelle qu'à Boulogne-sur-mer on voit très nettement le terrain jurassique discordant avec le terrain carbonifère.

M. Constant Prévost ajoute qu'à Boulogne le calcaire carbonifère a été perforé et que ses cavités ont été comblées par les sédiments des mers oolitiques. Ce fait démontre qu'un long espace de temps s'est écoulé entre la fin de la période carbonifère et le commencement de la période oolithiques.

M. Charles d'Orbigny croit devoir faire connaître que M. le général de la Marmora a remis au Muséum une série de roches de la Sardaigne, qui figure au nombre des plus belles collections de la galerie de géologie.

M. Lory fait la communication suivante :

Note sur le terrain nummulitique du département des Hautes-Alpes, par M. Ch. Lory.

Le terrain nummulitique présente , dans le département des Hautes-Alpes, des difficultés particulières, qui tiennent non-seulement à la puissance de ce terrain, à la hauteur et à l'âpreté des montagnes qu'il constitue, mais encore à la rareté des fossiles, aux caractères minéralogiques qui lui donnent une grande analogie d'aspect avec le terrain jurassique, et surtout à ce qu'il repose immédiatement sur ce dernier, sans en être séparé par aucun intermédiaire bien caractérisé, comme cela a lieu dans d'autres contrées. Il ne faut donc pas s'étonner si l'étude de ce terrain est encore peu avancée ; et il règne à son égard une telle incertitude, que récemment un géologue éminent a été conduit à rapporter au terrain jurassique une grande partie des masses qui, sur la *Carte géologique de la France*, sont indiquées comme appartenant à la formation nummulitique. Les études que j'ai pu faire jusqu'ici sont encore trop incomplètes pour que j'en puisse tirer des conclusions générales, applicables à toute cette partie des Alpes, mais les résultats que m'a fournis l'observation détaillée de quelques points particuliers m'ont paru assez intéressants pour être

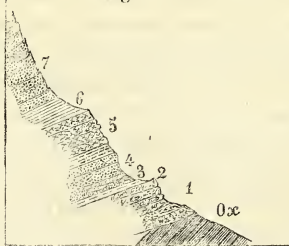
communiqués à la Société, à titre de renseignements et de matériaux pour servir à un travail ultérieur.

La localité la plus favorable à l'étude du terrain nummulitique des environs de Gap est celle d'où proviennent les coquilles fossiles de la montagne des Combes, au-dessus de Saint-Bonnet. Je commencerai par la description de cette localité, qui a été visitée déjà par plusieurs géologues, mais dont l'examen détaillé présente aujourd'hui un plus grand intérêt, par suite du travail que MM. Hébert et Renevier viennent de faire sur les fossiles recueillis par moi sur cette montagne et sur celle de Faudon, et qui établissent l'identité de la faune des couches qui les renferment avec celle des Diablerets, de Pernant et d'Entrevernes, en Savoie, etc.

En remontant, depuis Saint-Bonnet (altitude 1021 mètres), la rive gauche du torrent qui passe au village des Combes, on marche pendant plus d'une heure sur des marnes jurassiques appartenant soit à la partie supérieure du lias, soit à la base de l'étage oxfordien, et l'on arrive au pied d'un grand escarpement d'où le torrent descend en cascades à travers des roches éboulées; le ravin prend en ce lieu le nom de *Serre de la Lauze* (carte de Bourcet) ou *la Lauzière*. On est alors à la base du terrain nummulitique; et, en passant sur l'autre rive du ravin, on se trouve à l'endroit où la présence de petites couches charbonneuses a donné lieu récemment à une tentative d'exploitation (altitude 1758 mètres). Les travaux ont été faits précisément dans les couches les plus riches en fossiles; et je dois en partie à cette circonstance d'y avoir trouvé un grand nombre d'espèces, dont plusieurs nouvelles ou inconnues encore dans cette localité.

C'est en ce point qu'on peut le mieux reconnaître la succession des couches. Dans le ravin, au-dessous de la galerie, on voit encore le terrain jurassique, représenté par des schistes friables, noirs, remplis de *Posidonies*: c'est, comme l'on sait, la partie inférieure de l'étage oxfordien.

Fig 1.



Les couches plongent sous la montagne, c'est à-dire vers l'E., sous un angle de 30° au moins (*Ox.*, fig. 1); les couches nummulitiques, beaucoup moins inclinées, quoique dans le même sens, sous un angle de 10° seulement, reposent évidemment, en stratifications discordantes, sur les tranches de ces couches jurassiques. Immédiatement au-dessus des schistes à Posidonies, on trouve la série suivante :

1° Grès à gros grains et conglomérats formés de fragments énormes, roulés ou anguleux, la plupart de gneiss, provenant du massif de Chaillol-le-Vieil, d'autres calcaires, provenant des terrains jurassiques ou crétacés, quelques-uns siliceux, provenant probablement des rognons siliceux de la craie du Dévoluy; ces masses de conglomérats sont accompagnées de quelques couches de grès d'un grain moins grossier. Cet ensemble est dépourvu de fossiles et a une épaisseur très variable, qui atteint ici environ 20 mètres.

2° Couches argileuses, noires, schistoïdes et peu cohérentes, remplies de Cérithes (*C. plicatum*, *C. Castellini*, *C. elegans*, etc.), de Natices et divers autres gastéropodes, avec peu de bivalves; 2 à 3 mètres.

3° Grès marneux noir, plus solide, moins schisteux, contenant encore une assez grande quantité de Cérithes et de Natices, mais surtout beaucoup de coquilles bivalves (*Cyrena convexa*, *Cardium granulosum*, *Cytherea Vilanovæ*, *Coralliophaga alpina*, etc.) dont le test est souvent revêtu d'un enduit de fer sulfuré; environ 4 mètres.

C'est dans ce grès que se trouvent intercalées trois petites couches charbonneuses, chacune de 1 à 2 décimètres de puissance; dans la galerie qui a été ouverte pour en essayer l'exploitation, deux de ces petites couches paraissent se réunir en une seule à une faible distance de l'affleurement. Le combustible est en général très impur et d'une combustion difficile; les parties les plus pures ont l'aspect de houilles très maigres; j'ai trouvé qu'elles donnaient, sur 100 parties, 21 de cendres, 65 de carbone et 14 de matières volatiles; ou, en considérant seulement les principes combustibles,

Carbone.	82,3
Matières volatiles.	17,7
	100,0

associés à une proportion variable et toujours assez forte de cendres. Souvent aussi il renferme beaucoup de pyrite et tombe en

efflorescence au contact de l'air. Il y a peu d'espoir de tirer parti de ce gîte.

4° Grès plus dur, beaucoup moins charbonneux, avec petites Nummulites ; on y aperçoit aussi des coupes sinueuses de coquilles qui ne paraissent être autre chose que les grosses Natices (*N. angustata* et *N. Studeri*), communes dans les couches n° 2, et plus communes encore à Faudon.

5° Calcaires à Nummulites, durs, compactes, d'un gris foncé ; ils sont associés à des calcaires de même structure, remplis de débris de polypiers, et contenant même de grands polypiers qui semblent avoir vécu sur place ; les couches les plus riches en polypiers ne paraissent pas contenir de Nummulites ; mais d'autres renferment à la fois des Nummulites et des polypiers.

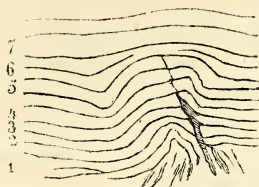
6° Couches marneuses, schistoïdes, bleuâtres, sans fossiles, d'un grain très fin, ayant une grande analogie d'aspect avec les couches schisteuses du lias.

7° Grès grisâtre ou roux, à grains fins ou moyens ; il est suivi d'une grande épaisseur d'autres grès analogues ; les ravins qui descendent perpendiculairement du haut de l'escarpement en montrent la coupe d'une manière continue, mais la pente est trop roide pour qu'on puisse la suivre. On distingue très bien, dans la partie supérieure de l'escarpement, les singuliers grès *mouchetés*, dont les débris et les blocs éboulés recouvrent presque exclusivement le sol à ce niveau. Cependant ils sont accompagnés de quelques blocs de calcaire compacte avec Nummulites, qui semblent indiquer l'existence d'une deuxième assise de ce calcaire, intercalée dans les grès. Autant qu'on peut en juger à distance, la place de cette couche paraît en effet marquée, dans l'escarpement, entre les grès grisâtres auxquels nous nous sommes arrêté et les grès *mouchetés* supérieurs.

La puissance totale des assises 4, 5 et 6 réunies m'a paru être d'environ 50 mètres ; celle des grès est énorme et ne saurait être évaluée exactement.

Un peu au sud du point où nous venons d'établir cette coupe, les couches inférieures du terrain nummulitique sont bouleversées par un accident local qui les a plissées fortement, et par suite les a brisées et a déterminé la formation du ravin de la Lauze.

Fig. 2.



La figure 2 montre la manière dont les assises 1 à 5 sont affectées par ce dérangement local ; les grès supérieurs, n° 7, semblent rester étrangers à cette inflexion ; mais cette apparence résulte simplement de ce qu'ils sont sur un plan plus reculé que les couches inférieures et que le dérangement de celles-ci ne se continue pas dans l'intérieur de la montagne. Il n'y a donc là aucune discordance réelle de stratification entre les calcaires à Nummulites et les grès supérieurs.

La coupe dont nous venons de donner le détail est très nette, et la superposition des diverses assises qu'elle comprend ne peut laisser aucun doute ; leurs couches se dessinent sur un grand escarpement de la manière la plus claire ; elles plongent très régulièrement à l'E. sous une faible inclinaison et n'ont subi aucun bouleversement compliqué. Aussi, comme on va le voir, cette coupe peut servir de type pour l'étude de tout le terrain nummulitique de la rive droite du Drac.

En résumé, elle se compose des assises suivantes :

- 1° Grès et conglomérats inférieurs, sans fossiles ;
- 2° Marnes et grès coquilliers, avec Cérithes, Natices, etc. ;
- 3° Grès et calcaires compactes à Nummulites et à polypiers ;
- 4° Schistes argilo-calcaires bleuâtres, sans fossiles ;
- 5° Grès supérieurs, passant aux grès *mouchetés* ; cette dernière assise a plusieurs centaines de mètres de puissance et ne contient point de fossiles déterminables ; on y trouve seulement quelques traces d'empreintes végétales (fucoides?). Le caractère minéralogique tout particulier des grès *mouchetés* mérite d'être pris en considération ; je n'ai jamais rien vu d'approchant dans les grès appartenant à d'autres terrains, ni dans les grès nummulitiques inférieurs aux calcaires à Nummulites.

Le grand escarpement de la montagne des Combes, ou mont Queyrel, n'est que le commencement des escarpements semblables qui règnent sur la rive droite du Drac, depuis Saint-Bonnet jusqu'au confluent des branches d'Orcières et de Champoléon ; leurs

couches se continuent encore sans interruption dans les escarpements de la rive droite du Drac de Champoléon et de son affluent venant du vallon de Touron. L'assise des grès mouchetés règne dans toutes les hauteurs, tandis que vers le bas des escarpements se retrouvent constamment les grès et calcaires à Nummulites. Mais dans le détail des couches inférieures il y a des variations locales très nombreuses à de faibles distances, comme on va le voir par les exemples suivants :

En partant du Serre de la Lauze et suivant le pied des rochers, on marche toujours sur les tranches des schistes à Posidonies et on les retrouve bien à découvert dans un grand ravin au-dessus du hameau de Chaillollet. Là on voit encore une coupe bien nette de la base du terrain nummulitique, reposant en stratification discordante sur les mêmes schistes à Posidonies :

1° Conglomérats et grès plus ou moins grossiers, généralement peu cohérents; environ 20 mètres;

2° Grès très dur, rempli de Nummulites; grès et calcaires sableux, en gros bancs, formant un abrupt d'une vingtaine de mètres et contenant des Nummulites et des coquilles bivalves qu'on ne peut extraire; enfin 1 mètre environ de grès marneux, tendre, rempli de Nummulites et autres fossiles brisés, indéterminables;

3° Calcaires marneux fragiles, remplis de Nummulites, de poly-piers (*Trochosmilia*), etc.; environ 20 mètres;

4° Calcaires compactes à Nummulites, formant un abrupt de 15 mètres à peu près;

5° Calcaires marneux bleuâtres peu épais et marnes sableuses noires, friables, quelques mètres seulement; déjà presque complètement masqués par les débris des couches supérieures;

6° Grès grisâtres ou roux, passant bientôt aux grès mouchetés qui règnent sur tout le reste de la hauteur de la montagne.

Cette coupe ne diffère notablement de la première que par l'absence des minces assises coquillières et charbonneuses dont la place serait entre les n° 1 et 2. Cette absence se remarquera du reste dans la plupart des localités que nous allons citer; les gîtes de coquilles qui, pour la plupart, appartiennent aux eaux douces ou saumâtres, ne se montrent que comme des accidents locaux, tandis que la présence des Nummulites est générale et constante.

En continuant à suivre le pied des grands escarpements, au-dessus des villages de Challiol-l'Église et du Marron, on rencontre toujours, d'une part, les schistes à Posidonies, qui forment tout le sol du plateau cultivé, et d'autre part, les rochers formés des couches nummulitiques inférieures, reposant sur la tranche de

ces schistes. Dans ce trajet, on trouve continuellement, au bas des escarpements et dans le lit des grands ravins qui en descendent, des couches calcaires plus ou moins puissantes, plus ou moins compactes, remplies de Nummulites; directement au-dessus, des marnes sableuses noires, friables, ayant au plus une dizaine de mètres, puis la grande assise de grès qui leur est immédiatement superposée.

Sur la rive gauche du ravin qui va passer au village du Marron, on peut encore voir une coupe très nette de la base du terrain nummulitique; et je crois devoir la mentionner spécialement, parce qu'elle se trouve sur une des directions citées par M. Rozet dans ses *Coupes géologiques des Hautes-Alpes*, sur le trajet direct de Saint-Michel-de-Chaillol à la crête de la Cavale, et à la montagne qu'il désigne sous le nom de Soleil-Biou.

Immédiatement au-dessus de la dernière grange, à la limite supérieure des champs cultivés, on voit un affleurement de schistes très feuilletés, remplis de Posidonies, et dont les couches sont fortement inclinées; ce sont les schistes inférieurs de l'étage oxfordien, qui forment tout le plateau compris entre la rive droite du Drac et le pied des montagnes nummulitiques. Immédiatement au-dessus, en couches à peu près horizontales, se trouve la série d'assises suivante :

1° Conglomérat grossier, composé principalement de gros galets de calcaire noir, compacte, de silex pyromaque en fragments anguleux, mais contenant aussi beaucoup de quartz et de fragments de gneiss, même très volumineux; il est fortement cimenté par une pâte calcaire dépourvue de fossiles et n'a en tout que 3 à 4 mètres d'épaisseur.

2° Calcaire sableux roussâtre, formant un banc de 1 mètre environ d'épaisseur, rempli de débris de fossiles, et surtout contenant beaucoup de Nummulites.

3° Calcaire marneux bleuâtre, schistoïde, avec beaucoup de petits débris de fossiles, tels que Peignes et coquilles turriculées indéterminables; je n'y ai pas vu de Nummulites sur ce point, mais sur la rive droite du grand ravin, au même niveau, et dans la même position géologique, on retrouve ces couches bleuâtres, schistoïdes, contenant les mêmes petits Peignes, etc., et beaucoup de Nummulites à leur base.

4° Marnes sableuses, noires, très schisteuses, couvertes par les éboulements des grès supérieurs; elles se retrouvent et se voient encore mieux, au-dessus des couches précédentes, sur la rive droite du torrent, où elles ont à peu près 10 mètres d'épaisseur.

5° Grès grisâtres, à grains assez gros ou à grains moyens, généralement tendres, et se dégradant incessamment à l'air libre.

6° Grès *mouchetés*; ils commencent à 350 mètres environ au-dessus du village du Marron, dont l'altitude est 1447 mètres, et continuent jusqu'à plus de 900 mètres au-dessus du même point; l'ensemble de ces grès et des précédents, qui ne forment avec eux qu'une seule et même assise, a près de 800 mètres d'épaisseur.

Si l'on rapproche la description de cette coupe de celle que M. Rozet a donnée de la même localité (*Bull.*, séance du 19 janvier 1852), il restera, ce me semble, bien évident que la grande masse de grès de l'escarpement de Chaillol, qu'il considère comme appartenant au terrain jurassique, n'est bien réellement que la partie supérieure du terrain nummulitique, ainsi qu'on l'avait toujours admis jusqu'ici. Mais, en présence de l'opinion émise par un géologue aussi éminent que notre savant confrère, il était nécessaire d'examiner en détail les localités citées par lui.

C'est qu'en effet, lorsqu'on est parvenu au sommet du grand escarpement de grès, à une altitude de 2355 mètres, il se présente subitement une difficulté, que je ne me hasarderai point à résoudre sans avoir revu attentivement les lieux, mais dont la solution, quelle qu'elle soit, ne me paraît pas devoir infirmer les conclusions à tirer des faits précédents et de ceux que nous citerons plus loin.

Au-dessus des dernières couches de grès, qui ont une faible inclinaison vers l'E. N. E., on trouve un talus peu étendu, occupé par des couches de calcaire marneux, schistoïde, d'un bleu noir, puis une grande masse abrupte de calcaires compactes, de même teinte, avec des nodules plus foncés, et quelques rognons de silex, qui forme la crête de *la Cavale*. Les couches de grès semblent s'enfoncer sous cette masse calcaire et la supporter de toutes parts; cependant il y a lieu de remarquer que les assises supérieures du grès ne paraissent pas notablement bouleversées, et semblent former des plans légèrement inclinés, tandis que les calcaires de la crête supérieure sont en couches visiblement arquées dans le sens N. O. — S. E., et assez fortement inclinées vers le N. E. J'ai cherché des fossiles dans ces calcaires : ils y sont extrêmement rares; je n'y ai vu aucune trace de Nummulites, et je crois y avoir aperçu un fragment d'Encrine et une portion d'empreinte d'Ammonite. Je serais donc porté à admettre, avec M. Rozet, que cette masse de calcaire compacte est du calcaire oxfordien; mais alors sa superposition apparente aux couches des grès nummulitiques

doit pouvoir s'expliquer par quelque bouleversement dont il est, je l'avoue, difficile de se rendre compte.

Parvenu au sommet de cette crête, à la première croix, on rencontre immédiatement au-dessus de ces calcaires compactes des macignos gris ou jaunâtres, très quartzeux; puis, en montant à la croix supérieure, des grès fins, micacés, noirâtres, schistoïdes; des calcaires marneux noirs et des marnes grumeleuses, sans fossiles; une couche de poudingue à fragments de calcaire compacte, roulés, arrondis, et formant impression les uns sur les autres. Le tout est incliné vers le N. E. sous un angle d'environ 30°. Immédiatement au-dessus du poudingue vient une marne noire, friable, remplie de *Cerithium plicatum*, puis des grès coquilliers durs, en gros bancs, des grès de diverses structures, non mouchetés; enfin des grès et calcaires sableux formant une assise assez puissante, remplis de Nummulites.

En avançant un peu plus loin, vers le N. E., ces couches sont extrêmement bouleversées et viennent buter contre la base d'un pic isolé, surmonté d'une croix, et situé au S.-E. du col qui conduit de la commune de Chaillol dans le vallon de Tournon. De ce pic, dont la hauteur est de 2647 mètres, d'après mes observations, on domine presque tout le massif des grès et l'on aperçoit le vallon de Tournon jusqu'à son débouché dans la vallée de Champoléon. Cette montagne m'a été indiquée par mes guides comme devant être celle que M. Rozet désigne sous le nom de Soleil-Biou, nom qui ne se trouve pas sur le cadastre de Saint-Michel-de-Chaillol. Elle consiste en effet en une masse isolée de calcaire compacte, analogue, par sa structure, au calcaire oxfordien, et ne contenant point de Nummulites; dans les débris qui recouvrent le sommet de ce pic, j'ai trouvé des fragments très reconnaissables d'*Ammonites plicatilis*, Sow., et d'*Aptychus imbricatus*; il y a tout lieu de croire que ces fossiles sont en place et que la roche est bien du calcaire oxfordien. Or, si l'on s'en rapportait aux apparences, on serait en effet porté à croire que cette masse calcaire, dont les couches sont à peu près horizontales, repose sur une assise de marnes schistoïdes sableuses, noirâtres, qui l'environnent à sa base, celles-ci sur des grès de teintes claires et des grès mouchetés, qui sont en couches presque horizontales au col même et immédiatement en dessous en descendant vers le Tournon.

Ces grès, dont la puissance, de ce côté de la montagne comme du côté de Saint-Michel, est de 700 mètres au moins, s'élèvent à partir du col dans la direction du N., et constituent une grande crête qui se dresse contre la pyramide de gneiss formant le som-

met de Chaillol-le-Vieil. Entre ces grès et le gneiss, on doit retrouver les couches à Nummulites et les conglomérats inférieurs.

La neige qui couvrait encore cette partie de la montagne, à la fin de juillet, ne m'a pas permis de voir d'une manière bien complète la série des couches qui s'appuient immédiatement contre le gneiss du sommet; mais j'ai pu cependant arriver à l'endroit où une cabane avait été construite par les ingénieurs des ponts et chaussées (altitude 2731 mètres). J'ai vu dans cette localité, comme M. Rozet l'a indiqué, une assise de calcaires compactes, d'un gris foncé, contenant de grandes Huîtres, empâtées dans la roche; ce calcaire renferme beaucoup de fragments de gneiss, et passe, à sa partie inférieure, à une couche de poudingue à gros cailloux roulés de gneiss, qui repose immédiatement sur le gneiss lui-même. D'autre part, le calcaire s'enfonce bien manifestement sous la masse des macignos, grès divers et grès mouchetés. Il contient, outre les grandes Huîtres, beaucoup de débris de fossiles peu déterminables, mais qui rapellent complètement ceux des calcaires à Nummulites; et, dans les échantillons que j'ai rapportés de cette localité, on aperçoit, je crois, de petites Nummulites et beaucoup d'autres foraminifères dont les formes sont toutes tertiaires, et qui ne se montrent jamais dans les calcaires jurassiques, mais accompagnent presque constamment les Nummulites.

Du reste, en supposant même que ces derniers fossiles ne se trouvent pas sur ce point, l'âge de ces couches calcaires est aisé à déterminer. En effet, de la Cabane des ingénieurs, je suis descendu dans le vallon de Tournon en restant constamment sur cette même assise de calcaire compacte; elle est inclinée dans le haut d'environ 45°, et s'appuie à gauche sur le gneiss, tandis qu'à droite, dans le ravin qui prend naissance à la Cabane, elle sert de base aux grès. A mesure que l'on descend, l'épaisseur de cette assise calcaire va en augmentant, et bientôt on y trouve des Nummulites. Les couches, de moins en moins inclinées, finissent par devenir horizontales dans le centre du vallon et viennent former la corniche d'où tombe la grande cascade de Tournon; là elles sont remplies de Nummulites. A quelques pas sur la gauche, elles passent à des brèches qui reposent sur des spilites et sur le gneiss, tandis qu'au-dessus d'elles la série des grès forme toute la hauteur comprise entre la cascade et le col. Voilà donc encore de ce côté de la montagne, comme du côté de Saint-Michel, la masse des grès qui repose sur des couches de calcaire à Nummulites; seulement, au lieu de s'appuyer ici sur les schistes oxfordiens, le terrain nummu-

litique s'appuie sur le gneiss, ailleurs sur des masses de spilites, et enfin, à la cascade de Touron, sur les schistes argilo-calcaire du lias. Ainsi, loin d'offrir une liaison intime avec le terrain jurassique, le terrain des grès mouchetés et macignós, c'est-à-dire le terrain nummulitique, repose indifféremment, à de petites distances, sur des formations très diverses, qui étaient toutes bouleversées bien avant son dépôt, et dont il renferme du reste les fragments souvent volumineux, empâtés dans ses conglomérats. Ce fait est important à noter, surtout à l'égard des spilites, auxquels on a supposé souvent une origine plus récente, mais qui, dans mon opinion, sont contemporains des plus anciens bouleversements que le lias ait subis dans les Alpes du Dauphiné.

En descendant le vallon de Touron, depuis la cascade jusqu'au débouché dans la vallée de Champoléon, on a constamment sur la droite un escarpement formé par les couches de grès, presque horizontales, ou du moins faiblement redressées vers le N., et à la base de cet escarpement un talus formé par des schistes argilo-calcaires à Bélemnites, en couches fortement relevées, souvent presque verticales. Les grès reposent donc bien évidemment, en stratification discordante, sur les tranches des couches du lias. A l'issue du vallon, sur la rive droite, en face du hameau des Fermons, on trouve la coupe suivante :

Talus formé de lias feuilleté, noir, en couches inclinés de 45° au moins vers le S.-E. ; les couches suivantes, faiblement inclinées, reposent évidemment sur les tranches de celle-ci.

Grès non grossiers, bientôt même assez fins, où l'on trouve presque immédiatement des Nummulites en quantité.

Assise peu épaisse de calcaire compacte, également remplie de ces fossiles.

Grès de structures diverses, au milieu desquels on trouve même bientôt des grès *mouchetés*, d'autres fins, micacés, noirâtres, charbonneux ; à mesure qu'on s'élève, les grès mouchetés deviennent prédominants et forment toutes les parties supérieures de la montagne.

A partir de ce point, jusqu'au confluent des Dracs de Champoléon et d'Orcières, les grès nummulitiques forment tout le côté droit de la vallée de Champoléon, et leurs couches y sont à peu près horizontales, tandis que de l'autre côté de la vallée, au-dessus des Borels et à Méauillon, ils sont très bouleversés et s'appuient, comme dans le vallon de Touron, sur des lambeaux de lias ou sur le terrain primitif.

Au confluent des Dracs, à partir du pont, on observe encore une coupe intéressante de la base du terrain nummulitique.

Toute la hauteur de l'escarpement, en face du pont, est formée de grès et macignos, grès mouchetés dans le haut, etc. Sur le chemin, en descendant la série des couches, on trouve successivement :

1° Grès quartzeux en gros bancs ;

2° Grès schistoïdes avec parties charbonneuses ;

3° Schistes argilo-calcaires fissiles, bleuâtres, sans fossiles, pouvant être exploités comme ardoises ;

4° Calcaires noirs, compactes, remplis de Nummulites ;

5° Calcaire plus marneux, où les Nummulites sont encore plus abondantes ; il y en a de petites et de grandes (*N. striata* et *N. contorta*, les deux espèces que l'on trouve à Faudon) ; elles sont accompagnées d'Operculines et de beaucoup de débris non déterminables de mollusques et de polypiers ;

6° Conglomérat grossier, formé de cailloux granitiques, de gneiss, de quartz, de *spilites*, enfin de calcaires secondaires ; épais seulement de 3 mètres ;

7° Grès micacé noir, à grain assez fin, en gros bancs, 2 mètres ; grès fin, violacé, 0^m,70 ; poudingue violacé, 0^m,70.

8° Schiste ardoisier très feuilleté, ne se liant nullement avec les grès et conglomérats précédents, lesquels même, autant qu'on peut en juger sur un petit espace, paraissent reposer sur la tranche de ses couches ; cette roche a tous les caractères habituels des schistes du lias, qui forme encore ici la base du dépôt nummulitique.

Les calcaires remplis de Nummulites peuvent être suivis, à partir de ce point, vers les hameaux de la Coche et de Saint-Nicolas, et on les retrouve dans les hauteurs de ce côté du Drac, en face du Pont-du-Fossé ; là ils sont extrêmement bouleversés et paraissent du reste se rattacher d'une manière continue avec les couches à Nummulites, non moins bouleversées, qui s'appuient sur les crêtes de Soleil-Biou et de la Cavale.

Il nous paraît résulter clairement de ce qui précède que, sur la rive droite du Drac, ou, en d'autres termes, dans le massif du Chaillol, le terrain nummulitique a bien toute l'extension qui lui est assignée sur la *Carte géologique de la France* ; que la grande masse de grès qui forme les escarpements de ces montagnes n'est que la partie supérieure de ce terrain, et qu'elle repose toujours sur des couches plus ou moins développées, remplies de Nummulites ;

qu'au-dessous de celles-ci il y a en général une assise peu épaisse de grès et conglomérats grossiers; et qu'enfin le terrain nummulitique repose indifféremment et en stratification discordante sur l'oxfordien, sur le lias, sur les spilites ou sur le gneiss. Quant aux faits locaux que présentent les montagnes de la Cavale et de Soleil-Biou, il nous paraît probable qu'ils pourront s'expliquer par quelque bouleversement qui aura fait surgir en quelque sorte, au milieu des grès nummulitiques à peine dérangés, un lambeau de calcaire oxfordien, entraînant après lui la partie inférieure du terrain nummulitique qui repose encore sur ces sommités. Dans tous les cas, je le répète, ces difficultés exceptionnelles ne peuvent pas infirmer la conclusion qui découle immédiatement de tout ce qui précède.

Entre le Drac et la Durance, le terrain nummulitique est encore plus difficile à étudier d'une manière complète, par suite des masses énormes de débris qui recouvrent les parties inférieures des montagnes; sauf le gîte de fossiles de la montagne de Faudon, qui est un petit lambeau isolé et très bouleversé, et de l'observation duquel on ne peut guère tirer de conséquences stratigraphiques, je ne connais pas d'endroits dans ce massif où l'on ait indiqué positivement l'existence des Nummulites. Cependant je peux citer ces fossiles sur des points qui offrent encore un certain intérêt.

Près du Pont-du-Fossé, sur le chemin d'Ancelle, on exploite une carrière d'ardoises dont les couches, inclinées d'environ 60°, plongent à l'E. sous une énorme série de grès et de schistes très variés, formant la montagne de la rive gauche du Drac. Ces ardoises sont d'un bleu foncé, qui en peu de temps, par l'exposition à l'air, passent à une teinte nankin, par suite de la transformation du sulfure de fer en peroxyde hydraté; les ardoises provenant des schistes du lias n'éprouvent pas ce changement de couleur. L'assise d'ardoises a une épaisseur de 15 à 20 mètres; elle ne renferme pas de fossiles; le toit en est formé par de gros bancs de grès quartzeux; elle repose au contraire, à la base de la carrière, sur des calcaires noirs contenant des Nummulites, des Turbinoïdes et autres polypiers et quelques débris de coquilles. Sous ces calcaires compactes, qui ont à peu près 10 mètres d'épaisseur, on voit encore le commencement d'une assise de grès inférieurs qui se lie intimement avec eux; mais les débris qui couvrent le bas de la côte ne permettent pas de voir ces grès sur plus de 2 mètres de hauteur. D'après cette coupe, il nous paraît bien probable que les couches d'ardoises du Pont-du-Fossé correspondent aux

couches n° 3 de la coupe du confluent des Dracs; au n° 3 de la coupe au-dessus de Saint-Michel-de-Chaillol et du Marron; au n° 6 de la coupe du Serre de la Lauze ou ravin des Combes. Les ardoises du Pont-du-Fossé et la montagne de grès dont elles forment la base reposent donc sur des calcaires à Nummulites; et sur ce point encore la détermination de l'âge du grand système de grès ne paraît pas devoir laisser de doute.

Dans la vallée de la Durance, au-dessus de Mont-Dauphin, le terrain jurassique renferme de puissantes assises de grès intercalées entre les assises calcaires et recouvertes en dernier lieu par une grande masse de calcaires compactes. Mais ces grès, qui ont un très grand développement, à l'Argentière, par exemple, sont bien distincts des grès nummulitiques, qui sont relégués dans les hautes régions, sur un plan bien plus éloigné de la Durance. Ainsi on trouve ces derniers dans le hant du vallon de l'Argentière, en allant vers le col de l'Alp-Martin; et à leur base on voit encore des couches remplies de Nummulites, qui m'ont été signalées par M. J. Thevenet, ingénieur civil. Dans le val de Fraissinière, on voit, au village même de ce nom, la grande masse des calcaires jurassiques, supérieurs aux grès de l'Argentière, s'enfoncer sous une nouvelle série de grès tous différents, de *macignos* généralement peu consistants, alternant avec des couches schisteuses, noirâtres : ce système forme tout le haut du vallon et les crêtes, élevées d'environ 3000 mètres, qui le dominent de toutes parts. Au-dessus de Dormillouze, on aperçoit, au milieu de ce cirque de montagnes de grès, un affleurement peu étendu de gneiss; et immédiatement au-dessus, on trouve, comme dans le massif de Chaillol, d'abord un conglomérat grossier, formé de fragments de gneiss, roulés ou anguleux, mêlé de fragments calcaires, etc., environ 10 mètres; puis un grès à ciment calcaire contenant des Nummulites; des grès quartzeux, des grès schistoïdes et couches d'ardoises grossières; et ensuite, en montant vers le col qui conduit à Orcières, des grès très variés, la plupart un peu schisteux, charbonneux, contenant des empreintes végétales indéterminables; d'autres durs, quartzeux, montrant, pour le dire en passant, de magnifiques surfaces polies et striées, dans le fond et sur les bords de la vallée. On retrouve de semblables surfaces jusqu'au débouché du vallon de Fraissinière, en face de la Durance.

Lorsqu'on est au col qui conduit de Dormillouze à Orcières, on domine tout le bassin du Drac de gauche ou Drac d'Orcières, et l'on n'aperçoit dans ce grand amphithéâtre de montagnes, sur une

différence de niveau de 1500 mètres au moins, qu'un immense développement des grès sur lesquels on vient de monter de l'autre côté du col. Nous venons de voir ceux-ci, renfermant des Nummulites à leur base et reposant directement sur le gneiss; ils paraissent s'enfoncer sous les couches du bassin d'Orcières qui leur seraient par conséquent encore supérieures. En descendant du col à Orcières, on trouve des assises d'ardoises et des couches de calcaires compactes, qui alternent avec les grès à diverses reprises; mais je n'y ai point vu de fossiles.

Par suite de la présence des Nummulites à la base des grès dans toutes les localités que nous avons citées, on voit que la difficulté relative à la détermination de l'âge de ce grand système de couches se trouve resserrée de plus en plus et restreinte aux montagnes situées entre Orcières et Embrun. J'ai franchi ce massif en passant par le col des Tourettes. Du côté d'Orcières, on rencontre des alternances nombreuses de grès, de schistes ardoisiers, de schistes noirs, charbonneux, et de calcaires sans fossiles; au col même, cette série se termine par des calcaires gris foncé, en bancs peu épais, alternant avec des couches schistoïdes marneuses et avec des grès grisâtres, qui jaunissent à l'air. Dans les couches schistoïdes, on trouve abondamment les empreintes contournées signalées par M. Rozet, et qu'il désigne sous le nom de *Myrianites*; mais je n'ai pu y trouver aucune autre trace de fossiles. L'assise des calcaires à *Myrianites* forme les roches abruptes du col, simulant deux grosses tours; elle s'étend, à ce niveau, sur tous les sommets environnants, et en particulier sur celui de Montfred, dans la direction du S. O.; et, comme l'indique M. Rozet, elle paraît constituer l'assise la plus élevée de tout le terrain qui compose ces montagnes. En descendant du col des Tourettes vers Châteauroux et Embrun, on retrouve un énorme développement de grès, alternant avec des schistes argilo-calcaires et avec des calcaires compactes; mais je n'ai pu encore y trouver aucun fossile. Envisagé du côté d'Embrun, le système des grès, surmonté des calcaires à *Myrianites*, semble succéder au lias, sans qu'on puisse établir la délimitation d'une manière tranchée; aussi, quoique la continuité de cette formation avec les grès de Dormillouze, de Champoléon et du Pont-du-Fossé ne me semble pas souffrir beaucoup de doutes, je n'émettrai pour le moment aucune opinion sur l'extension du terrain nummulitique dans cette partie des Hautes-Alpes.

M. Desor rappelle que la Suisse présente des superpositions

semblables à celles que M. Lory vient de faire connaître dans les Hautes-Alpes.

M. de Verneuil ajoute que les macignos d'Italie, comme le flysch de la Suisse, reposent sur les terrains nummulitiques. En Espagne il a retrouvé les mêmes superpositions.

M. de La Roquette annonce que M. de Saussure est sur le point d'entreprendre un voyage scientifique dans le Mexique. M. de Saussure sera présent à la prochaine séance : il recevra avec empressement les instructions géologiques qui pourront lui être données.

Le secrétaire lit la lettre suivante de M. Marcou.

Boston, 7 août 1854.

Dans ma dernière lettre, j'ai dit qu'il n'existait pas *trace* de terrain crétacé dans les *rocky mountains*; cela n'est pas exact; il y a des assises dans la vallée du rio Grande del Norte, qui sont horizontales et qui par conséquent se sont déposées après la dislocation principale des Montagnes - Rocheuses, et qui renferment des fossiles non-seulement crétacés, mais bien plus, qui indiquent que les strates de grès blancs et d'argile grise sont les équivalents de la *craie blanche* d'Europe, fait nouveau en Amérique, où l'on n'avait reconnu jusqu'à présent que les équivalents du *green sand* et du *marly chalk*. Ayant rencontré les équivalents du *néocomien* et du *white chalk* dans ce voyage, il s'ensuit que le crétacé américain se trouve composé de quatre groupes principaux, comme en Europe. Les fossiles que j'ai rencontrés dans cette craie blanche américaine sont des débris d'*Ammonites*, des *Scaphites*, des *Inoceramus* et des dents de *Ptychodus*. Je pense que Frédéric Roemer, de Bonn (Prusse), a constaté aussi l'équivalent de la craie blanche au Texas; du moins on me dit que cela est dans le livre qu'il a publié sur la géologie du Texas. N'ayant pas encore vu ce livre, je ne puis dire si ces couches du Texas sont les mêmes que celles que j'ai trouvées dans le Nouveau-Mexique.

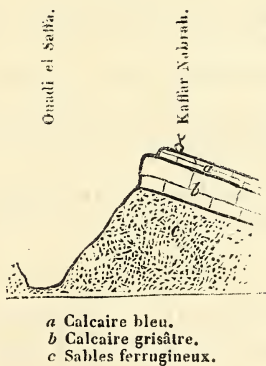
M. Albert Gaudry communique l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée par M. Gaillardot, médecin de l'hôpital de Saïda (Syrie).

Saïda, 16 mai 1854.

Pendant mon séjour à Damas, j'ai étudié les couches calcaires dont est formée la montagne appelée Djebel Kaïsoûn qui domine la ville. J'ai recueilli une série de roches que j'enverrai prochainement à Paris, et j'y joindrai la coupe des montagnes de Damas. Ces montagnes sont constituées par la partie tout à fait supérieure des calcaires marneux qui forment la partie la plus superficielle du terrain libanien : ils ne renferment aucunes traces de fossiles. J'enverrai aussi quelques échantillons des calcaires bitumineux de Nebi-Mousa, entre la mer Morte et Jérusalem ; ces échantillons et les numéros qu'ils portent se rapportent à un mémoire que j'ai écrit, il y a quelques années, sur la dépression de la mer Morte et son enfoncement au-dessous du niveau de la Méditerranée (1).

C'est un vrai chaos que le Liban. Je n'ai point oublié notre discussion sur la position des calcaires compactes qui sont bleus à l'intérieur, gris extérieurement et dont l'aspect rappelle le lias. Vous les placiez au-dessous de l'étage des sables ferrugineux et des sables blancs ; et moi, je les mettais au-dessus. Eh bien ! jusqu'à nouvelle étude, nous avons raison l'un et l'autre ; en effet, dans mes voyages à Damas, j'ai traversé le Liban en trois endroits différents : dans l'un j'ai retrouvé les calcaires bleus supérieurs aux sables, ainsi que je vous l'avais dit.

Fig. 1.

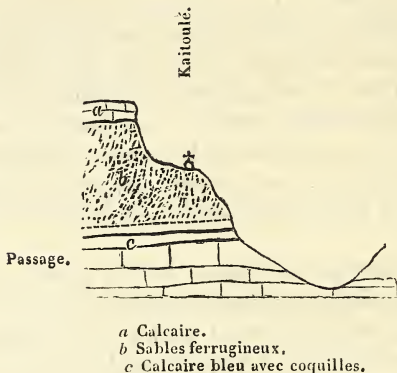


(1) *Annales de la Société d'émulation des Vosges*, t. VI, 3^e cahier. 1848.

La route suit pendant plus d'une demi-heure le dos de la couche de calcaire bleu, parallèlement à la vallée Ouadi El Saffa.

En revenant, j'ai traversé le Liban à environ huit heures plus au sud, et voici la coupe que j'ai prise :

Fig. 2.



Ici j'ai trouvé beaucoup de débris de coquilles écrasées et formant la partie la plus superficielle de la couche : je n'en avais pas remarqué dans la localité où les calcaires sont supérieurs. Je n'ai pu étudier aucun détail, mais je peux garantir l'ensemble des faits.

Séance du 20 novembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Don Frederico DE BOTELLA, ingénieur des mines, à Valence (Espagne), présenté par MM. Elie de Beaumont et de Verneuil ;

Hygin Cocchi, docteur ès sciences naturelles, via Santa-Maria, presso il Teatro Alfieri, n° 7285, Firenze (Toscana),

à Paris, rue de Lille, 24, présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Charles d'Orbigny ;

LOUVRIER DE LAJOLAIS, attaché au département des affaires étrangères, à Paris, rue Neuve-Saint-Augustin, 11, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry ;

LAUGEL, ingénieur des mines, à Paris, rue de Varenne, 21, présenté par MM. Élie de Beaumont et Delesse ;

Oscar LESÈBLE, au château de Rochefuret, à Ballan (Indre-et-Loire), présenté par MM. le vicomte d'Archiac et Jules Haime ;

Martin José RASCON, naturaliste, à Mexico (Mexique), présenté par MM. Bourjot et Collomb.

Le président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *Études géologiques sur le bassin houiller de la Sarre, faites en 1847, 1848 et 1850, par M. E. Jacquot*; in-8, 271 p., 1 carte et 3 pl. Paris, imprimerie impériale, 1853.

De la part de M. Daubrée, *Recherches sur la production artificielle des minéraux de la famille des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XXXIX, séance du 17 juillet 1854), in-4, 6 p.

De la part de M. le baron d'Hombres-Firmas, *Second extrait de mon itinéraire pour les voyageurs naturalistes dans les Cévennes. — Quatrième tournée aux environs d'Alais*, in-8, 36 p. Alais, 1854.

De la part de M. A. Viquesnel, planches 2, 3, 10 et 11 d'un *Itinéraire d'un voyage dans la Turquie d'Europe en 1847*.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 19 et 20.

L'Institut, 1854, nos 1088 et 1089.

The Athenæum, 1854, nos 1411 et 1412.

Neues Jahrbuch, de MM. de Leonhard et Bronn, 1854, 5^e cahier.

Jahresbericht, etc. (Compte rendu annuel des progrès de la chimie, etc., pour 1852), par Justus Liebig et Hermann Kopp; in-8, 980 p. Giessen, 1854.

M. A. Viquesnel fait hommage à la Société de 4 planches d'itinéraires encore inédites et faisant partie de l'Atlas qui doit accompagner son ouvrage intitulé : *Voyage dans la Turquie d'Europe; description physique et géologique de la Thrace*. Les itinéraires qui ont servi à construire la carte générale forment 20 planches et renferment les renseignements suivants :

1^o Des caractères et signes particuliers permettent de reconnaître les chefs-lieux des trois grandes divisions administratives (Eyalets, Livas et Kazas), les bourgs, les villages, les fermes, les auberges isolées, les bains thermaux, etc.

2^o Les routes carrossables et les routes praticables seulement aux cavaliers et aux piétons ont leur représentation spéciale.

3^o Les altitudes hypsométriques sont écrites en mètres; les hauteurs absolues des points éloignés de la route et dont l'évaluation a été faite à *vue d'œil* sont suivies d'un point de doute.

4^o Les roches qui constituent les accidents du sol sont indiquées sur les points où M. A. Viquesnel en a constaté la nature.

5^o Des profils de montagnes, pris de loin en loin, donnent une idée du relief de la contrée.

M. d'Omalus d'Halloy fait la communication suivante :

M. Hébert a lu dans cette enceinte, à la séance du 1^{er} mai dernier, un mémoire sur l'argile plastique des environs de Paris. Ce travail, d'une haute importance, avait pour but de fixer définitivement la position stratigraphique de ce dépôt, sur laquelle on avait élevé des doutes, et il a amené un résultat analogue à ce qui a souvent lieu, c'est-à-dire que le premier coup d'œil du génie

est ordinairement plus près de la vérité que les rectifications que l'on cherche postérieurement à y introduire, ou, en d'autres termes, que la position de l'argile plastique est réellement celle que les illustres auteurs de la *Minéralogie géographique des environs de Paris* lui avaient attribuée en 1808. M. Hébert ayant joint à ses belles recherches stratigraphiques quelques mots sur l'origine de l'argile plastique, il est arrivé à cette occasion ce qui arrive presque toujours, c'est que la discussion s'est principalement portée vers la question théorique.

Quoique je mette peu d'importance à ces questions, que je considère, ainsi que je l'ai déjà dit plusieurs fois, comme le roman de notre science, je crois pouvoir me permettre de rappeler l'attention de la Société sur ce sujet, parce que M. Hébert, après avoir bien voulu me citer, en faisant allusion à la théorie des éjaculations, a dit à la séance suivante qu'il retirait l'expression de *dépôt geysérien*. Je ne crois pas que ces mots signifient que ce que l'on a dit dans cette discussion contre la doctrine des éjaculations avait suffi pour détruire, dans l'opinion de M. Hébert, l'effet des considérations qu'il avait si savamment développées contre l'origine alluviale de l'argile plastique; mais, comme on pourrait en conclure qu'il n'était plus resté de contradicteur à cette origine, j'espère que la Société ne trouvera pas mauvais que je relève le gant qui a été jeté contre la théorie des éjaculations.

Il en est de la géologie comme de beaucoup de questions sociales, où l'emploi d'un mot pris dans un sens mal entendu conduit à des opinions plus ou moins abusives. C'est ainsi que des géologues qui repoussaient l'intervention des grandes révolutions, dont on a quelquefois trop abusé, ont imaginé le nom de *théorie des causes actuelles*, qui devait, en quelque manière, leur donner une immense popularité, car il serait absurde de prétendre qu'il ne faut pas chercher dans les phénomènes qui se passent actuellement sur la terre l'explication de ceux qui se sont passés antérieurement. Mais, d'un autre côté, c'est aussi exagérer les conséquences de ce principe que de croire que les phénomènes que nous voyons agir sous nos yeux n'ont jamais pu avoir plus d'énergie et produire des effets plus étendus que ceux qu'ils produisent maintenant; c'est comme si quelqu'un qui n'aurait jamais vu les effets d'une température au-dessous de zéro contestait que le refroidissement peut transformer de l'eau en glace.

Or, comme les dépôts les plus importants qui se forment maintenant sont dus à l'action mécanique des eaux, on est, en général, porté à attribuer ce mode de formation à presque tous les anciens

dépôts faits par la voie humide. Cette manière de voir avait même été poussée si loin que des roches qui, comme les basaltes, ressemblent aux matières qui sortent de nos volcans à l'état de fusion ignée, ont été considérées comme résultant du transport par les eaux. Toutefois, un examen plus approfondi a conduit les géologues actuels à admettre que les basaltes, les trachytes et les porphyres ont été éjaculés de l'intérieur de la terre, ainsi que les laves de nos volcans. D'un autre côté, les dépôts stratifiés ayant été évidemment formés dans les eaux, on pense assez généralement qu'ils ont été faits de la même manière que nos alluvions. Cependant, lorsque l'on compare ces dépôts avec nos alluvions, on ne peut disconvenir que, s'il y en a qui leur ressemblent, c'est-à-dire qui sont composés de matières hétérogènes dont on peut plus ou moins reconnaître l'origine, il en est beaucoup d'autres qui sont composés de matières homogènes nullement en rapport avec la composition des lieux d'où ces matières auraient pu être amenées, et qui, en outre, annoncent le résultat d'une action chimique. De sorte que si nous voulons trouver dans les produits de la nature actuelle quelque chose qui ressemble à cette portion des anciens dépôts stratifiés, ce n'est pas dans nos alluvions qu'il faut les chercher, mais bien dans nos tufs, c'est-à-dire dans les dépôts formés par nos sources minérales et thermales. Or, ce n'est pas s'écarter de la théorie des causes actuelles que de se demander si l'on ne peut pas concevoir l'existence d'un temps où les phénomènes analogues à ceux qui produisent nos sources minérales et thermales avaient une action plus énergique qu'ils n'ont actuellement, et de donner à cette question une réponse affirmative. En effet, l'opinion la plus probable sur l'origine des sources minérales et thermales est que ces phénomènes sont dus à la diminution successive de la grande chaleur qui règne au-dessous de l'écorce solide du globe terrestre, ce qui détermine la solidification d'une matière liquide, par conséquent l'émanation de matières gazeuses, ainsi que nous en voyons toujours se dégager quand un liquide passe à l'état solide, et notamment quand les laves rejetées par nos volcans se refroidissent. Ces phénomènes, et beaucoup d'autres considérations qu'il est inutile de rappeler en ce moment, ont porté un grand nombre de géologues, même parmi ceux qui s'annoncent comme sectateurs de la doctrine des causes actuelles, à admettre que la terre a été à l'état de fluidité ignée. Or, une fois que l'on adopte cette hypothèse, on est forcé d'admettre que les conséquences du refroidissement devaient avoir bien plus d'énergie lorsque la surface de la terre était douée d'une chaleur

indépendante de celle que l'action solaire y développe annuellement, ce qui n'a plus lieu maintenant, puisque les physiciens ont reconnu que la chaleur initiale n'exerce plus qu'une influence presque insensible sur la température dont nous jouissons. On conçoit donc que la même cause qui produit actuellement les faibles émanations qui donnent naissance à nos sources minérales et à nos tufs a pu produire des dépôts beaucoup plus puissants. D'un autre côté, lorsque l'on admet que les trachytes et les porphyres ont été poussés de l'intérieur de la terre à l'état pâteux ou liquide, y a-t-il des motifs plausibles pour contester que les mêmes forces qui faisaient sortir ces masses pâteuses ou liquides n'aient pu en rejeter à l'état pulvérulent? C'est là une supposition qui paraît bien simple, car on sait que le degré de cohésion que prend une matière tient souvent à bien peu de chose, sans compter que l'observation a prouvé que l'action d'un gaz, ou même de l'eau chaude, peut transformer une roche très cohérente en matières pulvérulentes. Aussi voyons-nous souvent la même assise présenter des parties cohérentes et d'autres qui sont meubles. Au surplus, la production, par un même phénomène, d'éjaculations gazeuses, liquides et pulvérulentes, se voit encore tous les jours dans nos éruptions volcaniques.

Du reste, en soutenant ici la thèse des éjaculations de matières pulvérulentes ou à l'état de précipité grenu, je suis loin de prétendre que toutes les matières meubles auxquelles on peut attribuer ce mode de formation aient été lancées dans cet état de dessous l'écorce terrestre; je crois, au contraire, que la plupart se sont dégagées sous la forme de gaz qui, comme le fluoride silicique, sont susceptibles de précipiter des matières solides par des réactions chimiques, ou qui, comme l'acide carbonique, donnent aux eaux la faculté de dissoudre des matières qui se précipitent au contact de l'air.

Une fois que l'on admet que les éjaculations ont dû avoir beaucoup plus de développements qu'elles n'en ont maintenant, on se rend bien plus facilement compte de la formation des dépôts d'origine aqueuse que par une théorie exclusivement alluviale. En effet, on conçoit pourquoi l'on voit des couches homogènes qui ne présentent pas la réunion des divers matériaux qu'elles devraient contenir si elles avaient été formées mécaniquement aux dépens des roches préexistantes à la surface de la terre, car cette homogénéité d'une même assise n'est que la conséquence de la cause qui produit l'homogénéité d'une même coulée de laves.

La dénomination de *terrains geysériens*, par laquelle un de nos savants confrères désigne les dépôts dont il attribue l'origine aux sources minérales, ayant été citée dans la discussion qui a donné lieu à ces observations, et étant, en quelque manière, venue à l'appui des adversaires de l'origine intérieure de l'argile plastique, je crois devoir m'expliquer sur la manière dont je conçois les avantages et les inconvénients de cette dénomination.

On sait que nos classifications géologiques ont en général pour but d'exprimer l'âge relatif des dépôts, mais on sait aussi que la plupart des géologues admettent maintenant, comme division principale, deux grandes séries parallèles, fondées sur le mode de formation, celle des terrains déposés par les eaux et celle des terrains qui ont été poussés de l'intérieur de la terre à l'état de fluidité ignée. Mais, exprimée de cette manière, ce mode de division laisse une lacune, en ce sens que l'on ne peut y rattacher beaucoup de filons dont les matériaux ne sont évidemment pas venus de l'intérieur à l'état de liquide igné, et n'ont pas été, comme les terrains stratifiés, formés dans de grandes nappes d'eau; de sorte que M. Dumont a cru devoir établir pour ces dépôts une division spéciale qu'il a nommée *terrains geysériens*, afin de rappeler qu'il les considère comme formés par des sources minérales et thermales, de la même manière que les petits dépôts des geysers d'Islande. Or, on ne peut disconvenir qu'à ce point de vue la dénomination dont il s'agit présente des avantages, car celle de *matières des filons*, que l'on est souvent obligé d'employer, laisse des doutes, attendu que les roches d'éruptions forment aussi des filons. Mais, d'un autre côté, la dénomination de terrain geysérien a divers inconvénients: d'abord elle porte à croire que tous les dépôts auxquels on l'applique ont été formés par des sources, tandis qu'il y en a probablement qui ont été formés par la voie sèche, c'est-à-dire par sublimation, ainsi que nous le voyons dans nos volcans et dans les cheminées de nos fourneaux de fusion. Il est à remarquer aussi que la dénomination de terrains geysériens semble indiquer que l'on comprend dans cette division tous les dépôts formés à la manière de ceux des Geysers, c'est-à-dire amenés par les eaux de l'intérieur de la terre. Or, pour que toutes les matières amenées de cette façon soient demeurées concentrées dans les fentes des filons, il faudrait supposer que les forces qui déterminaient le transport de ces matières étaient toujours en rapport avec la capacité des fentes qui devaient les recevoir, ce qui est tout à fait inadmissible. On sent, au contraire, que la plus grande partie des matières qui ont été amenées de cette façon ont

dù se répandre en dehors, se mêler avec les eaux et se déposer en couches formées, soit exclusivement de ces matières, soit de leur mélange avec les sédiments que les eaux transportaient déjà ; de sorte que beaucoup de dépôts stratifiés doivent être considérés, dans cette manière de voir, comme la continuation de ceux qui sont restés sous forme de filons dans les fentes qu'ils ont traversés, de même que les vastes nappes de basaltes, qui recouvrent certaines contrées, ne sont que la continuation des filons ou dykes de même nature qui traversent les roches inférieures. Je sais que l'on objecte contre cette manière de voir que, tandis qu'il y a identité de composition entre les dykes et les nappes basaltiques, il y a d'énormes différences entre les filons cristallins et les dépôts stratifiés. Mais avec un peu d'attention on reconnaîtra qu'il doit y avoir beaucoup de différence entre les matières qui ont pu cristalliser tranquillement dans des cavités intérieures et celles qui ont été agitées dans une grande masse d'eau. Il est à remarquer aussi que, tout en admettant que des roches stratifiées aient la même origine que des matières de filons, elles ne doivent pas toujours avoir la même composition que ces dernières, car on conçoit que, au moment où les éjaculations se faisaient avec beaucoup d'énergie, les matières étaient entièrement lancées en dehors des fentes qui demeuraient vides pour recevoir ensuite les émanations postérieures qui se produisaient avec moins d'intensité et qui pouvaient être d'une nature plus ou moins différente, de même que nous voyons nos grandes éruptions volcaniques, après avoir répandu à la surface de la terre des coulées de laves et des couches de cendres, laisser, à l'intérieur, des cavités, que les faibles émanations postérieures tapissent de cristaux ou d'incrustations de natures diverses. Il est à remarquer aussi que, quelque grande que soit la différence de composition des filons cristallins et des dépôts stratifiés, elle n'est pas aussi complète qu'on le pense communément, car les matières métalliques, dont la présence dans les filons constitue la principale de ces différences, ne sont pas non plus étrangères aux dépôts stratifiés, et, sans parler des roches où ces matières se trouvent en trop petite quantité pour être exploitées comme minerai, ne voyons-nous pas le calschiste cuivreux de la Thuringe, le calcaire plombifère de la Sierra de Ronda, l'oligiste des environs de Namur, et beaucoup d'autres roches, aussi évidemment stratifiées, être exploitées pour en extraire des métaux.

M. le marquis de Roys répond dans les termes suivants à la communication de M. d'Omalus d'Halloy :

L'existence des volcans de boue peut effectivement faire penser que certaines argiles doivent leur origine à des éjaculations de l'intérieur de la terre. Cependant, si l'on se rappelle les expériences de M. Delesse, on sera conduit peut-être à croire que ces éjaculations ne peuvent être assez fréquentes et assez abondantes pour produire des couches d'argiles aussi puissantes que les marnes irisées, et même notre argile plastique. D'après ces expériences (*Bull.*, 2^e sér., t. X, p. 262), la vapeur d'eau, même à une haute température, est sans action sur les silicates alumineux qui, avec de faibles proportions de bases alcalines et terreuses et du fer oxydé, forment toutes les roches que nous savons être sorties du sein de la terre aux diverses époques géologiques. Si l'on invoque la présence d'acides dont l'action se combinerait avec celle de la vapeur, l'altération deviendra plus probable, quoique ces acides ne forment qu'une partie bien minime des gaz ou vapeurs émis par les volcans. Cependant, si l'on peut expliquer la production des argiles par les causes apparentes, celles qui se renouvellent encore de notre temps, il me semble que ce mode de formation offrira bien plus de probabilité que l'éjaculation de l'intérieur du globe.

Pour les marnes irisées, il me semble que les nombreuses alternances de grès et de calcaire dont l'origine paraît évidemment sédimentaire s'opposent à donner aux argiles une origine différente. L'altération superficielle de feldspaths, tels que l'albite, l'oligoklase et surtout le labrador, devait être rapide à la température élevée de l'époque, dans une atmosphère chargée de vapeurs. La production du gypse, qui a fait infléchir les couches supérieures et quelquefois déterminé leur rupture, produisant des ouvertures cratériformes, comme M. Élie de Beaumont l'a fait remarquer il y a plus de vingt ans, prouverait que ce métamorphisme est postérieur au dépôt de l'étage entier.

Pour l'argile plastique, je demanderai la permission d'ajouter quelques détails à ceux que j'ai déjà donnés. Si le calcaire pisolitique est antérieur à son dépôt, la craie blanche avait été profondément ravinée et sa surface durcie bien avant le cataclysme qui a produit le transport des poudingues. On peut ainsi se rendre compte du petit nombre de silex de la craie blanche qu'ils contiennent comparativement à ceux de l'étage inférieur. Ce n'est pas seulement la coulée des silex jaspoïdes qu'on trouve en place aux environs de Blois, qui, par conséquent, viennent de plus loin, ce sont les Inocérames et les autres fossiles de la craie moyenne qui en donnent la preuve. Ces silex ont donc été amenés par des courants énergiques, dont la direction était O. S. O., direction per-

pendiculaire à celle du soulèvement du Mont-Viso, que M. Bayle, dans ses leçons à l'École des mines, place effectivement entre les étages crétacés et tertiaires. Ce ne sont donc point les parties calcaires de la craie blanche qui ont été fortement corrodées, mais sans doute la couche argileuse qui offre, entre Nemours et Montereau, à peu près l'unique nappe d'eau, la craie chloritée où abondent les assises argileuses, probablement même l'étage jurassique moyen, presque totalement argileux. Pourrait-on s'étonner de voir des courants clysmiens transporter des argiles à une telle distance, lorsque, aux inondations de la Saône, le Rhône amène les sédiments argileux de son principal affluent jusqu'à son embouchure, d'autant plus purs que la distance est plus grande. Les inondations de l'Yonne et de la Marne troublent également le cours entier de la Seine, quoique bien moins rapide.

On demande pourquoi le calcaire semble disparaître. D'abord il y en a dans beaucoup d'argiles de cet étage, comme on peut s'en convaincre par les analyses citées par M. Al. Brongniart, tableau V de son ouvrage sur les arts céramiques. Vauquelin en signale 3 1/2 pour 100 à Abondant, près Dreux, où M. Berthier n'en a pas trouvé, nouvelle preuve de la non homogénéité de cette assise. J'ai parlé des nodules qu'on trouvait à Besançon. J'ajouterai que puisque la moindre averse, une forte rosée même, dépoüillent l'air atmosphérique du tiers de l'acide carbonique qu'il contient (*Annuaire de la Société météorologique*, séance du 14 novembre 1854), que l'acide carbonique se rencontre dans tant de sources minérales, il est très possible que ces eaux fussent assez carbonatées pour en dissoudre une grande partie. Ce qui ajoute quelque probabilité à cette hypothèse, c'est la puissance du calcaire siliceux qui recouvre immédiatement l'argile plastique à Nemours, Train, Valvins, Melun, etc., où, malgré de bien longues recherches, je n'ai jamais rencontré de fossiles qu'à la partie supérieure.

Enfin, si l'on suppose que les argiles éjaculées aient été amenées par les courants qui ont dénudé une longue surface et transporté les silex qui forment les poudingues agglomérés ou meubles accumulés dans toutes les cavités de la craie, sur une grande étendue, la difficulté reste la même. Que sont donc devenus tous les autres détritits?

En résumé, il me semble que lorsque l'application des causes actuelles, de celles que nous voyons fonctionner encore, suffit pour rendre compte d'une formation, il est peu probable que la nature ait employé des moyens en quelque sorte exceptionnels. Si, du reste, l'éjaculation des argiles avait eu lieu dans des eaux tran-

quilles où elles se seraient paisiblement étendues, il serait difficile encore d'expliquer l'absence complète de fossiles, qui, dans le cas d'une origine elysmienne, devient parfaitement naturelle.

La pureté de l'argile ne peut être invoquée en faveur d'une origine éjaculative. Il se trouve des argiles très plastiques dans un grand nombre de terrains de transport, et pour n'en citer qu'un exemple, les alluvions de la Seine ont été exploitées depuis quelques années pour une tuilerie, vis à vis Saint-Mamès et l'embouchure du Loing. C'est cette dernière rivière, sans doute, qui les a déposées sur ce point, quoique la majeure partie de sa vallée soit creusée dans la craie blanche.

M. d'Omalius fait observer qu'il est loin de nier que les dépôts argileux aient été formés dans les eaux, et que celles-ci y aient amené des matières détachées de roches préexistantes; mais il n'en persiste pas moins à croire que la majeure partie des matériaux de ces dépôts sont le résultat d'éjaculations intérieures, et, quand il voit le calcaire dominer dans les dépôts du Bassin de Paris antérieurs à l'argile plastique, il ne peut admettre que cette argile soit le résultat de l'action érosive des eaux.

Lorsque M. d'Omalius a parlé de dépôts homogènes, il est loin d'avoir voulu indiquer qu'il s'agissait d'espèces minéralogiques; il reconnaît que ces dépôts, et notamment l'argile en particulier, sont ordinairement le résultat du mélange de plusieurs de ces espèces, mais il a seulement voulu donner à entendre que si les dépôts stratifiés étaient uniquement dus à l'action érosive des eaux, ils ne présenteraient pas ces grandes masses alternatives de calcaires, de sables et d'argiles qui forment un de leurs caractères les plus remarquables.

M. Constant Prévost fait observer à M. d'Omalius d'Halloy que, si les géologues ne peuvent préciser l'origine des éléments de l'argile plastique dans le bassin de Paris, ils éprouvent une égale difficulté pour les argiles du Weald, de Kimmeridge, d'Oxford, etc., etc., car ces argiles ne sont pas moins pures que celles du bassin tertiaire de Paris. Notre impuissance à découvrir l'origine des éléments d'une roche ne nous donne pas le droit de supposer qu'elle provient de l'intérieur de la terre.

M. d'Omalius répond qu'il ne recule pas plus devant l'idée de voir former par éjaculation de vastes dépôts que des dépôts restreints. Il ne s'explique point pourquoi les argiles oxfordiennes, par exemple, n'auraient pas eu une origine interne aussi bien que l'argile plastique de Paris.

L'abondance des matières ne doit pas faire rejeter la supposition d'une semblable origine, car la nouvelle carte des Indes, de M. Greenough, vient de montrer un massif trappéen non moins étendu que la France. Nul ne niera qu'un tel massif provienne de l'intérieur de la terre; or, comment le globe qui a fourni des masses si puissantes n'aurait-il pu engendrer les argiles du Weald, de Kimmeridge et d'Oxford?

M. Ch. S.-C. Deville admet avec M. d'Omalius que de vastes dépôts d'argile ont pu être formés par éjaculation. Les marnes irisées ont sans doute eu un tel mode d'origine; ce qui le prouve, c'est qu'elles renferment du gypse, du chlorure de sodium, substances qui se trouvent dans les dépôts geysériens proprement dits.

M. Constant Prévost répond que dans les mers actuelles on voit se former de vastes dépôts d'argile. Lorsqu'on a sous les yeux de tels exemples, il est sans doute superflu de recourir à des hypothèses pour expliquer les dépôts des anciens âges.

M. Deshayes ajoute, à l'appui de l'observation de M. Constant Prévost, que le fond de la Méditerranée, d'après les recherches des marins, est presque universellement composé d'argile, quelle que soit la nature des roches qui forment le littoral.

M. Jules Haime, secrétaire pour l'étranger, rend compte d'une lettre de M. Boué. M. Boué rappelle que sa brochure, publiée en 1851, *sur le but et la haute utilité de la géologie*, est antérieure à tout ce qu'on a publié depuis sur le même sujet. Il réclame contre une assertion de M. Orges, qui, à la page 532 du tome X, 2^e série, du *Bulletin de la Société géologique de France*, considère comme le premier essai de ce genre l'ouvrage de Bernhard Cotta, intitulé : *Le sol de l'Allemagne dans sa structure géologique et dans ses effets sur la vie des hommes*. A l'appui de sa réclamation, M. Boué envoie

le sommaire suivant des matières dont il traite dans son travail :

Extrait de ma brochure : Le but et l'utilité de la géologie, 1851.

Chapitre 1. — Rapports intimes de la géologie et de l'art des mines.

Chapitre 2. — Utilité ultérieure pratique de la géologie pour les états et l'économie publique (matières premières, musée de géologie appliquée à Vienne, etc., établissement des chemins de fer, des canaux, forage des puits artésiens, chaussées et routes, architecture, sculpture, tuilerie, poterie. — Ingénieurs-géographes, génie militaire et état-major d'armée, stratégie, nautique, archéologie, sylviculture et agriculture).

Chapitre 3. — Influences anthropologiques, médicales, économiques et industrielles de la géographie physique et de la géognosie (topographie et statistique médicale, diverses races et leurs occupations variées, influence des eaux minérales et des mines sur l'anthropologie, influence des houillères, des mines de fer (Angleterre, Belgique), statistique morale et judiciaire) (voyez Quételet).

Chapitre 4. — Influence de la géographie physique et de la géologie sur l'histoire des peuples, leur mode de vie et leur gouvernement (principes de la distribution géographique des races et des peuples, leur ethnographie diverse exemplifiée en Europe, en Espagne, en Turquie et en France; la division en partie très naturelle de la France en provinces, ses divers habitants et leurs industries diverses, leurs associations, leur état scientifique, les causes premières des phases de leur état politique et les causes véritables de l'union des peuples).

Chapitre 5. — L'influence de la forme plastique et de la nature du terrain des états autrichiens sur l'existence de cette agglomération bigarrée, sur ses nations, leurs individualités, leur civilisation et leur régime gouvernemental, avec de courtes indications semblables pour l'Allemagne. N. B. (Les six races principales germaniques, leurs limites et les sièges de leurs princes, les lignes principales de défense de l'Allemagne, l'industrie, la place des villages et des villes, le nombre des grandes villes, des universités. Les frontières naturelles de l'Autriche, leurs lignes de défense, les châteaux romains et des chevaliers du moyen âge, les couvents, les places fortes, les localités des grandes batailles, l'ethnographie diverse des sept nations de l'Autriche, les neuf langues qu'elles

parlent et la dispute sur la prédominance d'une ou de plusieurs d'entre elles, les lois pour la position des capitales de provinces et de grands états, Vienne comme capitale des états autrichiens, sa position, etc. ; communications naturelles des pays voisins avec ce centre ; l'Autriche mise en rapport avec l'Allemagne, les lignes de chemin de fer et de télégraphes électriques, les causes de la fédération naturelle de l'Allemagne en opposition aux difficultés naturelles d'un tel état en France, les causes de la fédération naturelle des états autrichiens à l'exception de la partie romane).

Chapitre 6. — Utilité particulière de la géologie et des sciences naturelles pour les finances de l'état et celles des capitales, à cause des musées et des bibliothèques indispensables. (Bibliothèques considérées, leur *desiderata*, doubles emplois, journalistique, musées, souhaits que l'anatomie comparée ou au moins que l'ostéologie ne soit pas séparée des collections d'animaux empaillés ou conservés, écoles des mines.)

Chapitre 7. — Utilité de la géologie et des sciences naturelles pour les beaux arts, et sur le goût actuel dans les arts sans connaissance ou appréciation suffisante des sciences physiques naturelles et géologiques.

Chapitre 8. — Ennoblement de l'homme par la géologie et les sciences naturelles, oubli des misères de la vie humaine, et indication mathématique de la fin prochaine de tout ce qui est contraire au bon sens ou aux lois de l'Évangile.

M. Albert Gaudry présente la note suivante de M. Cornuel, sur la découverte de plusieurs coquilles d'eau douce dans le terrain néocomien de la Champagne.

Wassy, 26 septembre 1854.

L'*Unio Martinii*, Fitt., a été décrite par M. le docteur Fitton comme propre au terrain wealdien de l'Angleterre ; et, dans le tome III de sa *Paléontologie française, Terrains crétacés*, page 127, M. Alcide d'Orbigny l'a décrite aussi, d'après des individus appartenant à ma collection et trouvés par moi dans le fer oolithique de la série néocomienne des environs de Wassy (Haute-Marne). Mes listes de fossiles, insérées dans le *Bulletin de la Société géologique*, 2^e sér., t. VIII, p. 440, rappellent cette espèce comme la seule qui ait été rencontrée jusque là dans cette couche. Cependant, les ouvriers me signalaient, depuis assez longtemps, une coquille turbinée comme s'y trouvant aussi. Mais je n'avais pu

parvenir à me la procurer, et je supposais que ce pouvait être une de ces *Natices* comme il en existe dans la couche rouge qui repose sur le minerai de fer. Il y a quelques jours, M. Tombeck, professeur au Lycée Bonaparte, en explorant les diverses minières ouvertes au sud-ouest de Wassy, en remarqua une récente qui, à la différence des autres où il ne voyait que de rares *Unio*, donnait quelques mottes de minerai coquillier, et y constata la présence de *Paludines*. Il eut l'obligeance de me faire part de sa découverte ; et nous allâmes ensemble recueillir tous les échantillons que le marteau pouvait nous permettre d'extraire.

Ces nouveaux fossiles sont bien des *Paludines*, ainsi qu'on le reconnaît principalement par la forme de l'ouverture. Ils sont en outre accompagnés d'opercules ovales-arrondis, à éléments concentriques, et se rapportant à ce genre. Certains de ces opercules, dont la substance devait être cornée, étaient encore à leur place, ou à peine déplacés, à l'ouverture même de la coquille. J'ai dégagé une *Unio* entr'ouverte, dans laquelle se trouve une jeune *Paludine*.

Nous avons recueilli également quelques individus d'une espèce subturriculée se rapportant au genre *Bulime*.

Des fragments de bois fossile, pulvérulents ou peu consistants, abondent dans cette partie des exploitations.

Nous avons vainement cherché des *Cyclades* ; mais un ouvrier employé à casser des mottes de minerai vient d'en trouver une qu'il a remise à M. Tombeck, entre les mains duquel je l'ai vue.

Enfin, l'hiver dernier, on m'a montré quelques *Unio Martinii* recueillies dans les nouvelles minières de Trois-Fontaines-la-Ville, à 12 kilomètres environ de celles de Wassy.

En résumé, nous sommes maintenant certains d'avoir les trois genres d'eau douce, *Unio*, *Paludina* et *Cyclas*, dans notre feroolitique, outre le genre *Bulimus* ; et nous n'y avons pas rencontré d'espèces marines jusqu'à ce jour. J'ajoute cependant que des débris de *Plesiosaurus* ont été trouvés dans le même dépôt, à Bailly-aux-Forges, à 3 kilomètres des minières de Wassy. Il est à supposer que nos nouveaux fossiles seront reconnus identiques avec leurs homonymes du terrain wéaldien d'Angleterre, lorsqu'ils leur auront été rigoureusement comparés.

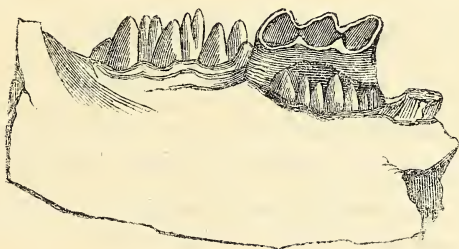
M. Hébert dit qu'auprès de Sermaize il a reconnu la couche d'eau douce que signale M. Cornuel ; il y a trouvé de grandes *Unio*, différentes de l'*U. Martinii*, mais semblables à une espèce

du Weald clay du Hanovre. Cette couche de Sermaize est placée entre l'argile ostréenne et les argiles aptiennes.

M. Albert Gaudry lit la note suivante de M. Lockhart :

Description d'une moitié de mâchoire fossile de Mastodonte présentant le caractère particulier de deux étages de dents mâchelières, par M. Lockhart, directeur du Muséum d'histoire naturelle d'Orléans, ancien élève de École polytechnique, etc.

J'ai l'honneur d'envoyer à la Société la description d'une moitié de mâchoire inférieure de Mastodonte, dont les caractères m'ont paru de nature à intéresser l'étude de l'anatomie comparée, en ce qui concerne la succession des dents mâchelières dans les Mastodontes.



Cette mâchoire se rapporte au Mastodonte d'Europe (de Cuvier); elle porte deux mâchelières; l'une, de derrière, est garnie de trois collines formées de pointes coniques non encore usées par la détritition, et présentant seulement quelques disques à peine grands comme une lentille; son émail est brillant, gris blanc, et parfaitement conservé; l'autre, antérieure, est au contraire usée jusqu'à la base de sa couronne, qui présente une figure plane entourée d'un bord d'émail contourné; la partie antérieure des racines de cette dent est comme usée par une carie et totalement détruite; la dent ne tient plus à la mâchoire que par son côté postérieur et son côté latéral interne; le dessous de sa couronne forme en avant comme une espèce de grotte sous la voûte de laquelle on voit apparaître une jeune mâchelière de remplacement garnie de toutes ses pointes coniques; cette nouvelle dent paraît croître perpendiculairement de bas en haut et pousser au dehors dans le sens vertical la vieille dent placée au-dessus d'elle, et qui était

probablement prête à tomber au moment de la mort de l'animal. La nature est pour ainsi dire prise sur le fait dans cette mâchoire à deux étages ; cette particularité devant être rare dans les collections d'ossements fossiles, j'ai cru qu'il pourrait être utile d'en donner la description en l'accompagnant d'un dessin de grandeur naturelle.

Cette mâchoire est déposée au Muséum d'histoire naturelle d'Orléans, et vient des environs de Beaugency, où j'ai trouvé déjà plusieurs dents et ossements fossiles de divers animaux (voyez t. XI, 2^e sér., p. 50 du *Bulletin de la Société*).

M. Bayle dit qu'il reconnaît le Mastodonte de Sydmore dans l'espèce que M. Lockhart a découverte. Cette espèce appartient à l'étage des faluns.

Séance du 4 décembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

COMBES (Ludomir), pharmacien à Fumel (Lot-et-Garonne), présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Albert Gaudry ;

EBRAY, ingénieur civil, attaché au chemin de fer d'Orléans. rue de Buffon, 25, à Paris. présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Albert Gaudry ;

GUERRE, professeur de sciences physiques au Lycée, à Nantes (Loire-Inférieure), présenté par MM. Leymerie et Hébert.

M. FRIGNET, ancien membre, rue Saint-Florentin, 4, à Paris, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le docteur Ami Boué, *Recueil d'itinéraires dans la Turquie d'Europe*, 2 vol. in-8. Vienne, 1854, chez W. Braumüller.

De la part de M. E. Renevier, *Mémoire géologique sur la perte du Rhône et ses environs*, in-4, 72 p., 3 pl. Zurich, 1854, chez Zurcher et Furrer.

De la part de M. Triger, *Carte géologique du département de la Sarthe*, 1 f. grand aigle, 1853.

De la part de M. le chevalier T.-A. Catullo :

1^o *Priorität*, etc. (Priorité des observations données dans la *Zoologie fossile des Provinces Vénitiennes* sur la position du calcaire rouge à Ammonites dans la série des formations sédimentaires) (extr. du *Jahrbuch des K. K. geol. Reichsanstalt*, 3 Jahrg., 1852, 111 Viert., seite 126), in-4, 4 p.

2^o *Fortsetzung*, etc. (Continuation et conclusion du mémoire ci-dessus) (extr. du même *Jahrb.*, 4 Jahrg., 1853, 1 Viert., seite 113), in-4, 8 p.

De la part de D. Policarpo Cia, *Observaciones geológicas*, etc. (Observations géologiques sur une grande partie de l'île de Cuba), in-8, 47 p. Madrid, 1854, chez veuve D. Antonio Yenes.

De la part de M. Eugène Bouron, *Cosmogonie moderne, ou Origine et formation de la nature*, in-18, 59 p. Nantes, 1854, chez A. Guéraud et C^{ie}.

De la part de M. Émile Delacroix, *Nouveau précis d'histoire naturelle élémentaire et pratique*, 1 vol. in-12, 307 p. Paris, 1854, chez Jacques Lecoffre et C^{ie}.

De la part de M. Vézian :

1^o *Note sur les systèmes de fracture de la contrée qui environne le pic Saint-Loup*, par MM. Marcel de Serres et Vézian (extr. des *Procès-verbaux de la section des sc. de l'Ac. des sc. et lett. de Montpellier*, 13 juin 1853), in-8, 8 p.

2^o *Note sur la structure géologique du Larzac* (extr. des mêmes procès-verbaux de la même Académie, séance du 16 janvier 1854), in-8, 11 p.

De la part de MM. F. Chapuis et G. Dewalque, *Description des fossiles des terrains secondaires de la province de Luxembourg* (extr. du tome XXV des *Mém. cour. et Mém. des sav. étrangers, publiés par l'Ac. R. de Belgique*), in-4, 303 p., 38 pl. Bruxelles, 1853, chez M. Hayez.

De la part de M. le docteur C. Grewingk, *Die geognostischen, etc.* (Rapports géognostiques et orographiques de la Perse septentrionale), in-8, 148 p., 1 carte. Saint-Petersbourg, 1853, chez C. Kray.

De la part de M. Adolphe Schlagintweit, *Beobachtungen, etc.* (Observations sur les rapports géologiques des Alpes Bavaroises, dans les environs de la Zugspitze et de Wetterstein), in-4, 36 p. Berlin, 1853, chez Unger.

De la part de MM. Adolphe et Hermann Schlagintweit :

1^o *Observations sur la hauteur du mont Rose et des points principaux de ses environs*, in-4, 27 p., 2 pl. Turin, 1853, Imprimerie royale.

2^o *Épreuves de cartes géographiques produites par la photographie d'après les reliefs du mont Rose et de la Zugspitze*, in-4, 4 pl. Leipsic, 1854, chez J.-A. Barth.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 21 et 22.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. II, 1854, 2^e part., *Tableaux météorologiques*, f. 9-13.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 7^e année, n^o 73, septembre 1853.

L'Institut, 1854, nos 1090 et 1091.

The Athenæum, 1854, nos 1413 et 1414.

Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2^e sér., t. IX, n^o 8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 126 et 127.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. VIII, 2^e cahier, 1853.

Zeitschrift, etc. (Journal pour les sciences naturelles réunies, publié à Halle par la Société des sciences naturelles pour la Saxe et la Thuringe), année 1854, III^e vol., avec 15 planches. Berlin, 1854.

Dritter Bericht, etc. (Troisième compte rendu de la Société

géognostico-montanistischen pour la Styrie. Graetz, 1854.

Revista minera, n° 108.

Natuurkundig Tijdschrift, etc. (Journal des sciences naturelles de l'Inde Hollandaise), in-8, nouv. sér., t. III, 1^{re} et 2^e, 3^e et 4^e livraisons. Batavia, 1854, chez Lange et C^{ie}.

M. de Verneuil lit l'extrait suivant d'une lettre qu'il vient de recevoir du comte de Keyserling, son ancien compagnon de voyage en Russie.

Kaikülle, près Reval, 15 novembre 1854.

Ce n'est pas un des moindres avantages de la science que celui de former entre les hommes des liens d'une substance trop généreuse pour que les passions qui se disputent le pouvoir matériel de ce bas monde puissent les altérer. Aussi je compte bien que les événements politiques ne changeront rien ni à nos sentiments, ni à notre correspondance.

Je vous félicite, vous et vos compagnons de voyage, d'avoir découvert cette année des Cératites dans le muschelkalk d'Espagne, je dis des vrais Cératites et non ces formes plus ou moins voisines que M. de Buch leur a associées.

Voilà donc un *genre* qui paraît être *caractéristique* du muschelkalk, depuis le nord de la Sibérie jusqu'en Espagne, et je crois que notre ami M. Élie de Beaumont a le premier fait ressortir son importance géologique.

Notre Société minéralogique de Saint-Petersbourg continue ses publications. M. le général Helmersen et le colonel Hofman sont toujours nos géologues les plus actifs pour la description des terrains sédimentaires. Un des jeunes gens qu'ils s'étaient associés, M. Pacht, et qui nous a donné une bonne description d'un Crinoïde dévonien, s'est suicidé. M. de Grünwaldt, que vous avez vu, il y a trois ans à la Société géologique à Paris, vient de faire une excursion dans l'Oural et s'occupe de préparer une description des fossiles qu'il y a découverts. Un autre jeune homme, M. Schmidt, qui donne beaucoup d'espérances, a passé quelques jours chez moi pour marquer avec plus de précision qu'on ne l'avait encore fait en Esthonie les limites des étages inférieur et supérieur du système silurien. M. Pander continue à travailler avec ardeur, mais n'a pas encore achevé ses publications. Enfin vous verrez bientôt paraître dans le voyage de M. Schrenk une description de fossiles permien qu'il avait recueillis, description accompagnée de planches. Ce travail, que j'ai fait imprimer il y

a quatre ans avant de connaître le bel ouvrage de M. King, va se trouver arriéré dès sa publication. Je le regrette infiniment.

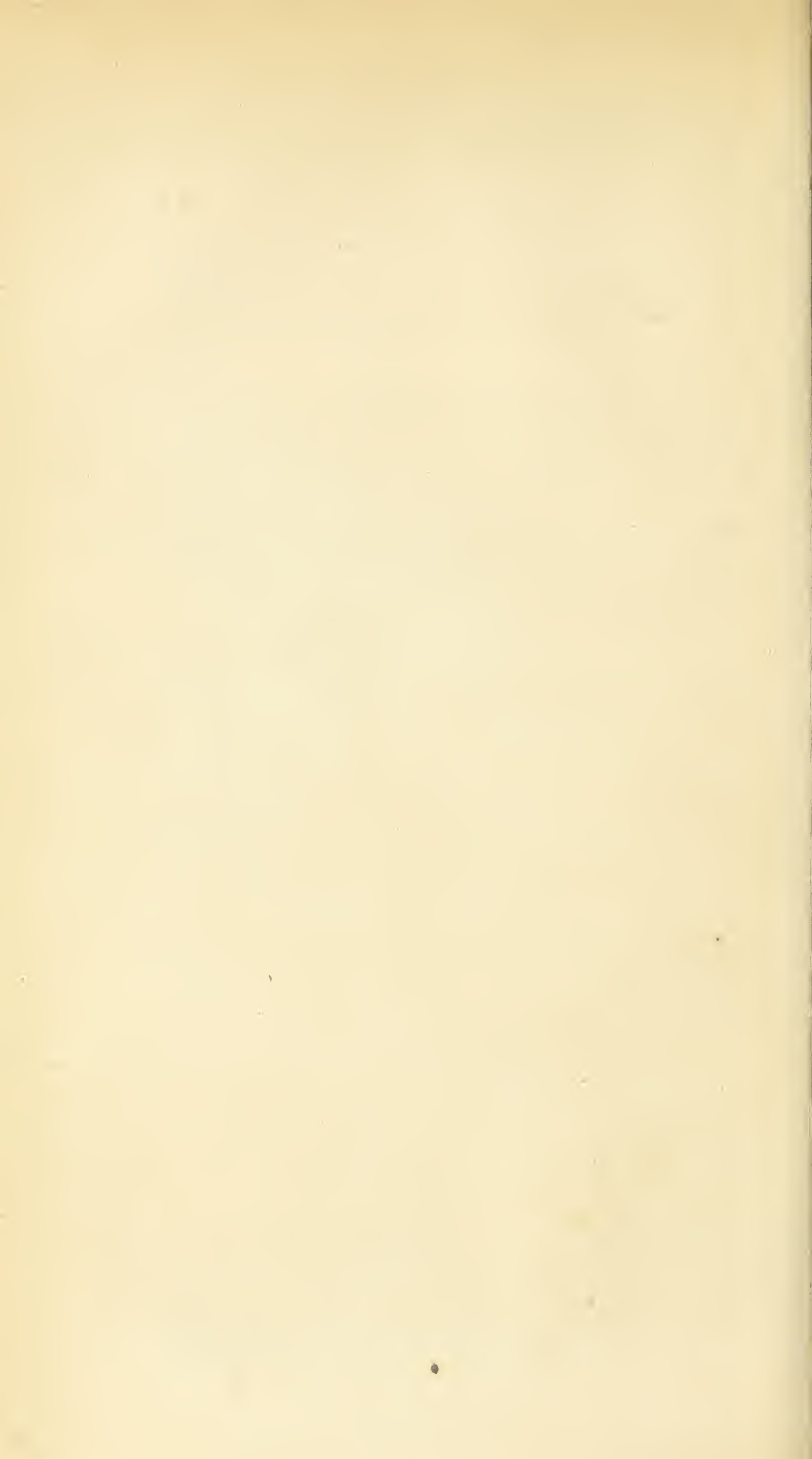
M. Meugy fait la communication suivante :

Sur les caractères du terrain de craie dans les départements du Nord, de l'Aisne et des Ardennes.

J'ai l'honneur d'exposer à la Société géologique les résultats de quelques observations que j'ai eu occasion de faire l'été dernier, dans les départements de l'Aisne et des Ardennes, dans le but d'étudier les caractères du terrain de craie de ces localités, et de les comparer à ceux que j'ai reconnus antérieurement dans le nord de la France. J'ai pensé que cette communication ne serait pas inopportune au moment où l'on s'occupe de publier à l'imprimerie impériale, pour l'exposition de 1855, une carte géologique d'ensemble de plusieurs départements, situés entre Paris et la frontière belge. En effet, les divisions admises par les auteurs des différentes cartes qui ont été publiées, sont loin de coïncider entre elles, et c'est surtout en vue de les faire raccorder, que nous avons entrepris ce petit travail.

Disons tout d'abord que les explorations auxquelles nous nous sommes livrés, justifient, pour ainsi dire, la discordance apparente, ou plutôt le défaut d'homogénéité qui semble exister entre les cartes géologiques du Nord, de l'Aisne et des Ardennes, pour ce qui concerne le terrain crayeux; car il résulte de ces recherches que le principal caractère auquel on a eu recours pour subdiviser la craie en deux étages, désignés par M. Dumont sous les noms de *système nervien* et de *système sénonien*, s'efface graduellement vers l'est. Je veux parler des grains verts de silicate de fer, si communs aux environs de Lille, où ils font partie intégrante de la pierre connue des architectes du nord, des exploitants de mines et des foreurs de puits, sous les noms de *pierre d'Hordain*, *craie chloritée*, *gris vert* et *bonne pierre*, et qui deviennent de plus en plus rares et finissent même par disparaître entièrement au fur et à mesure qu'on s'avance du nord-ouest au sud-est, parallèlement aux limites de la craie.

Avant de donner le détail de nos excursions, nous croyons utile de mettre en regard les différentes subdivisions qui ont été établies. Nous comparerons entre elles les indications portées : 1° sur la coupe du forage de Grenelle; 2° sur la carte géologique de France;



3° sur celle du nord ; 4° sur celle de l'Aisne ; et 5° sur celle des Ardennes. Voici le tableau qui résulte de ce rapprochement :

FORAGE DE GRENELLE.		CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE.	CARTE DU NORD. — (M. Meugy.)	CARTE DE L' AISNE. — (M. le vicomte d'Archiac.)	CARTE DES ARDENNES. — (MM. Sauvage et Buvignier.)
Terrain tertiaire.	50m	»	»	»	»
Craie blanche, avec silex pyro- maques.	270m	Terrain crétacé supérieur (C ¹).	Craie avec plus ou moins de silex.	Craie blanche (C ¹).	Craie.
Id., avec bancs de dolomie et silex plus petits.					
Craie grise, compacte, sans silex.	120m				
Craie verte, avec points verts de silicate de fer. Silex. Marnes blanches. Id. et veines de marnes vertes, avec points verts de silicate de fer.	60m	Terrain crétacé inférieur (C ²).	Craie chloritée. Craie plus ou moins marneuse, avec silex (rabois de Mons). Fortes toises, bleus, petits bancs, dièves. Marne chloritée tourta nervien.	Craie marneuse (C ^{2m}) (Craie tuffe).	
Gault.	47m				

Ainsi, dans les Ardennes, MM. Sauvage et Buvignier n'ont fait aucune division ; M. le comte d'Archiac a seulement séparé la marne crayeuse (Dièves du Nord) du reste de la formation. Enfin, dans le Nord, on a fait commencer l'étage supérieur à une couche de craie chloritée dont l'épaisseur n'est que de quelques mètres et qui se trouve assez régulièrement superposée aux silex inférieurs.

J'ai cherché à me rendre compte des motifs qui avaient pu militer en faveur de tel ou tel mode de représentation de la forma-

tion crayense, et pour cela, j'ai fait quelques excursions aux environs de Réthel, de Rozoy et de Montcornet, afin de chercher s'il était possible de reconnaître dans les Ardennes et dans l'Aisne les couches qui ont été distinguées dans le nord et dans la Belgique.

Pour faciliter le compte rendu de mes observations, ainsi que l'intelligence des faits recueillis, je joins ici (Pl. I) un croquis de mes itinéraires, où l'on pourra suivre ma description sans être obligé de chercher sur une carte la situation géographique des lieux que je devrai citer.

De Monthois à Vouziers et à Bourcq. — A 1 kilomètre à l'est de Monthois, sur la route de Challerange, la gaize se charge de chlorite à sa partie supérieure et donne lieu à une espèce de terre verdâtre sableuse qui ne fait aucune effervescence avec les acides. A cette terre sableuse verte que j'ai vue aussi représentée au-dessus de l'argile du gault dans les falaises de Wissant, succède une marne chloritée avec beaucoup de coquilles (*Pecten asper*, *Ostrea carinata*, etc.), auxquelles adhèrent des nodules noirâtres de forme irrégulière (appelées dans le pays *Coquins* ou *Crottes du Diable*), et dans lesquelles on a constaté une notable proportion d'acide phosphorique. C'est là la base des marnes de la craie; c'est le tourtia nervien du département du Nord. J'ai observé près de Wissant la même roche marneuse grise avec points verts renfermant les mêmes nodules et les mêmes coquilles. Cette couche est aussi l'équivalent exact de la marne chloritée du Cap La Hève dont j'ai vu un échantillon avec *Pecten quinquecostatus* dans les collections de l'École des mines. En suivant la route de Monthois à Vouziers, on voit sur le plateau, en face de Saint-Morel, les mêmes marnes sableuses verdâtres superposées à la gaize qui affleure sans interruption de Savigny jusqu'à Vouziers. La plaine entre Vouziers et Bourcq est à peu de distance de Vouziers, constituée par une série de bancs de marnes et de calcaires marneux de couleur blanche, grise ou bleuâtre qui alternent entre eux et se continuent jusqu'en haut de la côte. En montant la rampe, près de l'éboulement qui s'est produit sur un des côtés de la route, on remarque plusieurs couches de marne grasse bleue et grise avec quelques coquilles (*Ostrea vesicularis*, *Inoceramus*, etc.). Au-dessous de l'escarpement où se trouve la rue Haute, il existe un banc de calcaire compacte très dur entre deux couches de marne grise. Ces alternances de marne grise et de calcaire marneux blanchâtre se poursuivent au delà du village. Je les ai suivies jusque vers le haut de la côte, à 1 kilomètre de Bourcq, sur la route de Réthel. Plus loin, on ne voit plus que de la craie pure,

et le passage des marnes à la craie se fait avec une gradation telle, qu'il ne semble pas possible de tracer en ce point une limite nette entre les deux étages.

Environs de Réthel. — La ville de Réthel se trouve à la limite du terrain marneux et de la craie proprement dite, et le fait le plus saillant qui ressort de cette situation et qui intéresse particulièrement l'agriculture, c'est que les terres au nord de la ville sont beaucoup meilleures que celles du sud au delà de la vallée de l'Aisne, précisément parce que ces dernières reposent immédiatement sur la craie blanche, tandis que les autres ont pour sous-sol des couches plus ou moins marneuses qui retiennent un peu d'humidité. Tous les bas-fonds autour de la ville sont dans des marnes plus ou moins argileuses. On peut les observer dans les talus escarpés qui forment la rive droite de l'Aisne au bout des îles, près du cimetière, en haut de la ville et à l'extrémité du faubourg des capucins. Dans le chemin qui conduit du château à la route de Mézières, on voit encore des marnes grises avec des craies moins argileuses. Il n'y a que les deux hauteurs au nord-est et au nord-ouest, où sont les moulins à vent, qui soient couronnées par des lambeaux de craie.

Ainsi du côté du nord-est, sur la route de Mézières, on voit dans les fossés, en montant à 1 kilomètre de Réthel et en descendant à 1 kilomètre et demi plus loin, une craie grise plus ou moins chloritée, superposée aux marnes et supportant une craie parfaitement blanche qui s'étend jusqu'au moulin Martinet, où est ouverte une petite carrière. Immédiatement au-dessous de cette craie grise se trouve une masse de craie marneuse au milieu de laquelle est ouverte une carrière voisine de la route qui fournit des matériaux pour soutenir les berges de la rivière. On y remarque une petite veine de silex pyromaque dirigée N. 13° E. et inclinée de 3° au sud, et une couche de marne grasse à la partie supérieure. J'ai suivi les marnes à l'est de Réthel, tout le long du chemin de Resson à la route de Mézières. Je les ai observées aussi à Biermes, sur la rive gauche de l'Aisne, où existe une carrière dans laquelle elles se montrent sous une craie marneuse plus blanche. La chaux de Biermes est considérée comme l'une des meilleures du pays. Elle a été employée de préférence à d'autres pour la construction du canal des Ardennes, ce qui tend à faire penser qu'elle jouit de propriétés hydrauliques. Les calcaires marneux qui peuvent fournir ces espèces de chaux n'existent en effet nulle part plus près de Réthel sur la rive gauche de la rivière d'Aisne.

Quant aux carrières ouvertes sur la route de Reims, elles n'ont mis à jour qu'un massif de craie sans aucun silex, dont les anfractuosités sont remplies par une alluvion composée de petits fragments crayeux cimentés par une pâte de même nature, et dont l'épaisseur visible atteint jusqu'à 7 mètres. On utilise cette alluvion pour crépir les murailles.

En s'élevant du bout des îles de la route d'Ecl'y, on remarque une succession de marnes plus ou moins grises, plus ou moins friables, et des couches crayeuses avec quelques silex, puis on parvient au sommet du coteau qui porte les moulins de Réthel, et où l'on ne voit plus que de la craie blanche. Mais dès qu'on descend en suivant la route d'Ecl'y, ou en allant rejoindre celle de Signy-l'Abbaye, la craie se charge d'argile et devient plus grise. Cette dernière route est tout entière dans l'étage marneux jusque près de Novion-Porcien, où le Gault, représenté par une glaise gris-bleuâtre ou verdâtre, mêlée parfois de sable vert, et contenant beaucoup de nodules noirâtres (*coquins*), repose sur le corallrag. Le contact du gault et du terrain de craie est caché par une alluvion à galets de calcaire ou de gaize, qui recouvre toute la vallée du Plumion au sud de Provizy. Le bois de Triomont, contigu à cette vallée, est tout entier dans une marne grasse, appelée glaise dans la localité. En revenant toujours vers Réthel, on traverse le petit mont Joly, ainsi que la vallée de la Sarte, où l'on ne voit affleurer que des dièves grises, vertes et blanches. De cette dernière vallée à Réthel, le terrain a un aspect plus blanchâtre; mais ce sont cependant encore des marnes grises et blanches que l'on observe dans les talus et dans les fossés de la route. Les cantonniers m'ont dit qu'on y trouvait quelquefois des lits de silex. C'est ici le lieu de dire quelques mots d'un sondage qu'un filateur de Réthel, M. Maquet, fait pratiquer dans son usine, à l'extrémité du faubourg de Liesse. Ce sondage était parvenu, à la fin de septembre 1854, à une profondeur de 90 mètres: il a traversé 18 mètres de craie, ou plutôt de ces marnes crayeuses dont nous venons de parler à l'instant, et qui constituent le sol depuis Réthel jusqu'au bas-fond de la Sarte, puis il a pénétré dans les couches plus argileuses qui affleurent au nord de ce bas-fond. Si ce sondage parvient sans encombre aux sables du greensand, il fournira, comme à Grenelle, des eaux jaillissantes; car les affleurements du gault étant à 106 mètres au-dessus du niveau de la mer à Novion, et l'usine de M. Maquet n'étant qu'à la côte de 83 mètres, il y a une différence de niveau d'un vingtaine de

mètres entre ces affleurements et l'orifice du trou de sonde (1).

Sorbon, Arnicourt, Sery, Justine, Inaumont. — Toutes ces communes sont encore dans les dièves grises qui alternent quelquefois sur les hauteurs avec des calcaires blancs grisâtres légèrement chlorités et souvent remplis de silex gris. J'ai observé ces silex en descendant à Arnicourt. Ils existent aussi à la partie supérieure des monts de Sery, à deux lieues et demie au nord de Réthel, et ils sont là tellement nombreux que parmi les pierres qui gisent à la surface du sol, il n'y en a pour ainsi dire pas une seule qui n'en renferme. Le village de Sery est noyé au milieu de vergers d'une riche végétation. Les dièves grasses y sont exploitées pour la fabrication des carreaux. On les mélange à cet effet avec une certaine quantité d'argile jaune, qui recouvre assez fréquemment le terrain crayeux sur les plateaux. Un des monts de Sery, au nord du village, est couronné par une surface plane assez étendue, qui le fait reconnaître de très loin, et qui, sans aucun doute, est formé en tout ou en partie de matériaux rapportés. On remarque, en effet, dans les talus qui bordent le plateau, et dont la hauteur est de 5 à 6 mètres, des débris de briques, de tuiles, de poteries, au milieu de marnes et de pierres désagrégées.

On trouve les silex gris sur toute la crête qui s'étend entre Sery et Inaumont. Les marnes qui se montrent à fleur de terre dans l'intérieur de ce dernier village, sont couvertes, en plusieurs points de la commune, par une couche assez épaisse de limon.

Barby. — La craie blanche proprement dite n'existe entre la rivière de Vaux et le ruisseau de Bourgeron que sur le plateau compris entre Sorbon et Barby. Ce plateau étant situé un peu plus au sud que les hauteurs de Réthel, relativement à la direction des affleurements, il n'est pas étonnant que, toutes choses égales d'ailleurs, la craie blanche s'y rencontre sur une plus grande surface. Le village de Barby, bâti sur le versant qui côtoie la vallée de l'Aisne, est tout entier dans la marne; mais la partie nord de la commune est crayeuse jusques et au-delà de la route de Réthel à Écly. A la bifurcation des deux chemins qui conduisent de Barby à Château-Porcien et à Écly, une carrière est ouverte dans une craie assez résistante, reposant sur un banc plus gris qui, lui-même, est superposé à une couche de marne dont la couleur est encore plus foncée. En venant d'Écly à Barby, on voit très distinctement

(1) Il résulte, d'une coupe approximative entre Réthel et Novion, que le gault ne serait atteint, chez M. Maquet, qu'à 112 mètres de profondeur au moins.

les marnes grasses près de la rivière de Vaux, sous une épaisseur variable d'alluvion crayeuse; on rencontre ensuite des calcaires marneux avec silex noirs, puis quand on commence à monter rapidement, les silex s'enfoncent sous une craie grise, à laquelle succède la craie blanche pure.

Château-Porcien, Écly, Son, Remoncourt. — A l'ouest de la rivière de Vaux, la craie blanche prend encore plus d'extension, parce que, à égalité de niveau, on s'éloigne des bords du bassin, et parce que, à égale distance de ses bords, le terrain devient beaucoup plus élevé. C'est ainsi que la craie occupe toute la partie supérieure du plateau compris entre Château-Porcien et Remoncourt.

La ville de Château est située à deux lieues environ en aval de Réthel, sur un versant rapide, qui limite au nord la vallée de l'Aisne. Au bas de la ville existe une falaise abrupte, au pied de laquelle on peut observer une couche de marne très tendre, feuilletée et de couleur grise, sous un massif crayeux d'une blancheur uniforme. On ne remarque rien de particulier en montant la côte, si ce n'est que la craie paraît plus blanche et plus pure vers le haut.

Au moulin à vent du Blamont, à 1 kilomètre au sud de Son, la craie est parfaitement blanche et ne renferme aucun silex. On y voit beaucoup de *catillus*. Mais en descendant du moulin à Son, on voit paraître d'abord une craie grise, un peu chloritée, puis des alternances de marnes grasses et de calcaires crayeux d'un blanc sale pénétrés de silex gris et noirs. Les mêmes roches affleurent sur le versant opposé au nord du village où elles sont recouvertes par une couche de craie légèrement chloritée, dont j'ai recueilli un échantillon avec une *Ostrea flabelliformis* (Nilson). Plus loin, vers Herbigny, ce sont encore les mêmes couches avec des caractères identiques.

Les côtes qui avoisinent Écly étant assez basses relativement au plateau qui les domine, sont toutes marneuses.

Si l'on descend du moulin de Remoncourt dans la vallée voisine, en suivant la route de Rozoy, dirigée au nord-ouest, on observe encore, sous la craie franche avec *catillus*, une craie marneuse avec silex gris. On remonte ensuite sur un plateau couvert de limon, et l'on descend de nouveau vers Seraincourt, d'abord sur une craie marneuse d'un blanc sale avec quelques silex, puis sur des marnes de même teinte remplies de nombreux silex gris.

Seraincourt, Fraillicourt, Rozoy. — De Seraincourt à Rozoy, le sous-sol est presque constamment masqué par le limon, et l'on

ne voit plus d'affleurements que dans les coupures et les dépressions profondes. Quelques éminences sont même couronnées par des sables tertiaires, notamment entre Fraillicourt et Rozoy.

A moitié chemin de Seraincourt à Fraillicourt, il y a quelques ravins, dans lesquels on voit affleurer des marnes grasses de couleur grise; et avant d'arriver à Fraillicourt, à 1 kilomètre en deçà, on remarque dans la tranchée du chemin des bancs de craie plus ou moins marneuse aux quelques silex, puis des marnes en approchant du village.

Enfin, on rencontre encore, un peu avant Rozoy, des marnes grasses recouvertes par des sables tertiaires qui constituent la plus grande partie du sous-sol au sud de ce bourg.

Ainsi, à partir de Remoncourt, il n'y a pas apparence de craie blanche jusqu'à Rozoy-sur-Serre, bien qu'en suivant la route on ne se rapproche pas de l'affleurement des sables verts et que le terrain s'élève de plus en plus vers le nord-ouest. Cependant si la surface souterraine sur laquelle s'appuie le dépôt crayeux était également inclinée dans toute son étendue, il est clair qu'à des distances égales des bords du bassin on devrait retrouver les couches de même époque aux mêmes niveaux. Puisqu'il en est autrement et qu'au contraire en marchant parallèlement à la ligne qui circonscrit le dépôt, on trouve les couches inférieures à des côtes plus élevées, il faut conclure que la surface qui sert de base au terrain de craie s'élève sensiblement du sud-est au nord-ouest.

Il résulte de cette disposition que la ligne de démarcation entre les marnes crayeuses et la craie blanche proprement dite qui, aux environs de Réthel, présente sa convexité au sud, doit s'infléchir vers Seraincourt et se courber au delà dans un sens inverse, c'est-à-dire se diriger vers Montcornet en présentant sa convexité au nord.

J'ai pu vérifier ce fait en faisant une excursion à deux lieues au sud-ouest de Rozoy jusqu'au village du Thuel. En effet, je n'ai observé dans ce parcours que des marnes argileuses ou des calcaires marneux avec silex gris, roches que je connaissais déjà par mes tournées précédentes, et je n'ai commencé à rencontrer la craie blanche bien pure qu'entre Noircourt et le Thuel. Dans l'angle formé par la Serre et le Hurtaut, deux ou trois petites éminences seulement se détachent peut-être sous forme d'îlots crayeux au milieu du terrain environnant qui est entièrement compris dans l'étage inférieur, caractérisé par des calcaires légèrement chlorités et plus ou moins marneux, accompagnés souvent de silex gris. Ce pays est d'ailleurs parsemé de bouquets de bois assez fréquents, et

il est loin de présenter l'aspect ingrat des sols crayeux en raison des terrains plus récents qui en couvrent la superficie. Les puits domestiques du Thuel n'ont pas moins de 190 à 200 pieds de profondeur. Ils traversent au-dessous de la craie un banc très dur de vingt-cinq pieds d'épaisseur avant d'atteindre le niveau d'eau qui est sans doute déterminé par les marnes dont on voit les affleurements dans le chemin creux en sortant de Noircourt. On peut s'assurer, en construisant la coupe de Rozoy au Thuel, que les roches existant à 200 pieds sous ce dernier village doivent sortir au jour à près de 1 kilomètre au nord.

Si l'on suit la nouvelle route de Rozoy jusqu'à la tranchée pratiquée un peu au-dessus de l'église, on voit très nettement des marnes grises qui passent sous une craie marneuse blanche avec beaucoup de rognons siliceux. Il y a quelques poches remplies de glaise verdâtre tertiaire, et entre cette glaise et le terrain crayeux on voit des indices de sable. Le tout est recouvert par une épaisseur variable de limon.

Dans un ravin étroit et profond de 12 à 15 mètres au sud-est de Rozoy, on voit les mêmes alternances de craie marneuse grise et blanche avec des silex. Les talus ont jusqu'au bout du ravin un aspect terreux qui indique la marne plutôt que la craie. Je considère ce terrain comme étant l'équivalent de celui de Marly, près Valenciennes, et de celui de Bouvines et Sainghin, près de Lille, où j'ai déjà signalé l'existence de couches avec silex gris semblables à celles dont il a été question ci-dessus (1).

En montant la côte d'Apremont au nord-est de Rozoy, on remarque d'abord, en entrant dans le hameau, une marne grise avec quelques silex, puis une couche crayeuse, puis de nouveau une marne grasse analogue à la précédente. Une veine de glaise tertiaire avec cailloux à la base se montre en certains points entre la formation crayeuse et le limon. Ces cailloux sont exploités. On observe exactement les mêmes faits sur le chemin d'Archon, en descendant vers la ferme Saint-Georges.

Montcornet. — Sur la route de Montcornet à Vervins, à 1 kilomètre environ du bourg, on remarque en montant une couche de craie grise inférieure à une craie plus blanche avec quelques silex qu'on extrait pour l'alimentation d'un four à chaux. A 5 ou 600 mètres de ce point, vers le nord-ouest, se trouvent les carrières de pierre de taille de Chaource qui sont ouvertes dans un massif de craie plus ou moins résistante. On y observe des

(1) *Géologie de la Flandre française*, p. 88.

nodules, des veines, de petits nids, de petits filets qui se détachent en gris sur la pierre et se fondent dans la masse. Les ouvriers les connaissent sous le nom de *Nœuds*. Ce sont probablement les *Durillons* ou *OËils-de-Perdrix* dont parle M. d'Archiac dans sa description géologique du département de l'Aisne. Il paraît, d'après l'analyse qualitative qu'on en a faite, que ces nœuds ne sont autres que du calcaire avec une certaine proportion de silice. On ne les trouve que dans la craie blanche. Ils se concentrent quelquefois de manière à donner lieu à des bancs entiers d'une grande dureté. La pierre prend même dans certains cas une texture compacte d'un grain remarquablement fin qui rappelle celle du calcaire lithographique. Les échantillons que j'ai recueillis proviennent d'anciennes fouilles pratiquées dans un petit bois voisin d'une des carrières de la Malmaison, à cinq lieues au sud de Montcornet. Ces carrières ont 12 à 15 mètres de profondeur dans une craie complètement dépourvue de silex.

Outre cette particularité spéciale à la craie blanche, j'ai remarqué dans les mêmes carrières, ainsi que dans celles de Lappion, une craie jaune magnésienne mouchetée de manganèse avec nœuds ou durillons, exempts de taches brunes, des dolomies sableuses grisâtres et enfin des nodules tuberculeux qui sont durs, pesants, cristallisés à l'intérieur et qu'on emploie pour l'entretien des routes sous le nom de *Buquands*. Ces nodules sont remarquables par la forme mamelonnée très prononcée qu'ils affectent. Ils paraissent n'être composés que de calcaire ferrugineux et magnésien. On les a exploités jusqu'ici sur les territoires de Chaource, du Gros-Dizy, de la Selve, de Bucy, de Boncourt et de Lappion. Ces concrétions sont jaunâtres. Une pellicule de dolomie sableuse, tendre, enveloppe la masse cristalline intérieure qui est tantôt à larges facettes, tantôt saccharoïde, tantôt même peu distincte de la substance qui forme la croûte, laquelle est imprégnée de petits cristaux et constitue toute la masse. C'est dans une carrière toute voisine du village de Lappion que j'ai vu ces curieux tubercules en place. L'exploitation a lieu, partie à ciel ouvert, par une tranchée de 2 à 4 mètres de largeur et partie souterrainement par petits cavages. On voit dans cette excavation, dont la profondeur est de 6 à 7 mètres, les nodules juxtaposés les uns aux autres et présentant un aspect assez semblable à celui d'un amas d'ossements. L'épaisseur du dépôt est variable et atteint jusqu'à 4 mètres. Au fond de la carrière paraît une roche compacte extrêmement dure, quelquefois traversée par des cavités sinueuses très irrégulières, puis viennent les nodules au milieu desquels se trouvent quelques

grosses pierres semblables à celles du dessous. Le tout est recouvert par des fragments de craie plus ou moins volumineux, empâtés dans une terre crayeuse peu consistante. Ces nodules sont donc remaniés; ils ont pu être détachés des massifs qu'ils formaient par leur agglomération, et comme ils sont plus lourds que la craie, il est naturel qu'ils occupent la partie inférieure du dépôt. On trouve dans les fragments de craie beaucoup de durillons qui ont quelquefois l'aspect cristallin comme les *Buquands*. A la partie supérieure, on remarque une quantité de petits fragments de craie blanche qui indiquent que cette roche a été plus facilement désagrégée par les eaux. Elle est même, en certains points, réduite à l'état de poussière fine semblable à du sable. Les fragments un peu volumineux sont de craie grise manganésifère avec durillons. Les plus petits sont de craie blanche.

Il résulte de l'exposé précédent :

1° Que la craie chloritée du Nord dont la constance a permis de diviser dans ce département comme en Belgique le terrain crayeux en deux étages, se perd vers le sud-est, où les grains de sable mêlés à la craie deviennent tellement rares, qu'il est pour ainsi dire impossible de distinguer cette couche de certains calcaires marneux situés à un niveau plus bas et dans lesquels il y a aussi des grains fins de chlorite; que, par suite, la présence du sable vert cesse d'être de ce côté un caractère pour séparer l'étage supérieur de la craie de l'étage inférieur.

2° Que les silex observés entre Réthel et Rozoy appartiennent à l'étage des marnes et non à celui de la craie blanche, et qu'ils sont par conséquent parallèles aux *cornus* de Valenciennes et aux *rabots* de Mons.

3° Que ces silex se prolongent sur une grande étendue, du nord-ouest au sud-est, sans changer d'aspect, puisque les échantillons provenant de Mons et de Sery, près Réthel, sont pour ainsi dire identiques.

4° Que néanmoins ils paraissent être beaucoup plus abondants vers les bords du bassin où ils ont généralement une teinte grise (1), et qu'ils finissent par disparaître entre Réthel et Vouziers.

5° Qu'on peut, quand on les rencontre, les classer dans les marnes et établir immédiatement au-dessus un plan de séparation

(1) On a une preuve frappante de l'accumulation des silex vers les affleurements, par ce qui se passe à Nimy, près Mons, où ils ne forment plus qu'une masse compacte, exploitée pour le pavage.

qui coïncidera, à peu de chose près, avec celui adopté dans le nord entre les systèmes nervien et sénonien.

6° Qu'il existe un intervalle très grand au sud de Réthel et de Montcornet, où il n'y a pas apparence de matière siliceuse, et que cet intervalle correspond à la craie grise compacte sans silex du puits de Grenelle.

7° Enfin, que l'inclinaison de la surface souterraine sur laquelle repose le terrain de craie étant susceptible d'augmenter vers l'est, c'est peut-être à cette circonstance qu'est due la disparition des grains verts ou des silex signalée ci-dessus, en raison de la plus grande profondeur des eaux vers les Ardennes.

Il me reste à dire quelques mots sur la convenance de placer la limite des deux systèmes nervien et sénonien entre les silex et la craie chloritée, ou entre cette dernière et la craie blanche. On peut, à cet égard, éprouver un certain embarras; car c'est là qu'a précisément lieu le passage du système marneux inférieur à la craie blanche proprement dite. Dans les localités où la craie chloritée est bien caractérisée, on est tenté de la placer à la base du système supérieur, et l'on a ainsi l'avantage de partager la formation crayeuse en deux parties complètement symétriques, l'une inférieure marneuse, l'autre supérieure crayeuse, commençant toutes deux par une couche chloritée et se terminant aussi toutes deux par des bancs de silex. Mais quand la craie chloritée n'est plus aussi distincte des couches inférieures, on a une raison pour la relier avec celles-ci parmi lesquelles plusieurs sont aussi parsemées de grains verts très fins. Quoi qu'il en soit, l'épaisseur de la craie chloritée n'étant jamais considérable, cette question n'a que peu d'importance au point de vue du tracé des limites géologiques.

Il est bon, toutefois, de remarquer que la craie chloritée existe ailleurs que dans le nord de la France; car elle a été rencontrée à Grenelle, et un sondage que M. Mulot pratique en ce moment près de Saint-Quentin paraît aussi l'avoir atteinte à 172 mètres de profondeur (1).

Le sujet dont je viens d'avoir l'honneur d'entretenir la Société

(1) Fabrique de sucre de M. Périer à Flaville Martel, près Saint-Quentin. — Profondeur du forage le 30 octobre 1854 : 255 mètres. On a d'abord trouvé de la craie à silex, puis de la craie sans silex; à 172 mètres on a atteint une couche de craie d'un gris très foncé, contenant beaucoup de sable (craie chloritée); de 172 à 224 mètres, craie plus ou moins argileuse avec silex, puis craie argileuse (dièves).

est peut-être un peu abstrait ; mais je crois qu'on ne peut trop s'attacher à recueillir tous les faits de nature à éclairer sur le classement des couches crayeuses, et à établir à plusieurs niveaux des jalons qui puissent servir de repères pour se reconnaître au milieu d'une formation si puissante dont l'uniformité d'aspect est susceptible de tromper les yeux les plus clairvoyants et de laisser des doutes sur les rapports d'âge entre deux roches observées en différents points. L'étude minutieuse du terrain de craie intéresse d'ailleurs à la fois l'industrie au point de vue de la découverte des sources et l'agriculture à celui de la recherche des amendements.

Après la lecture de la note de M. Meugy, M. Delanoue s'exprime en ces termes :

Je désirerais présenter quelques observations, non point sur la communication que vous venez d'entendre, mais sur les coupes et les rapprochements tracés à cette occasion sur le tableau.

M. Meugy, dans son *Essai sur la géologie de la Flandre française*, nous a déjà fourni des détails fort intéressants sur la craie du Nord, mais il y a adopté une classification, celle de M. Dumont, qui me paraît basée un peu trop exclusivement sur des considérations minéralogiques et stratigraphiques ; je désirerais que M. Meugy pût l'étayer aujourd'hui par quelques preuves paléontologiques.

Et d'abord, pour éviter toute méprise, je dois déclarer que l'incertitude de la classification plane exclusivement sur les formations crétacées de la Gaule Belgique. Ce bassin, formé, d'après M. Élie de Beaumont, à la suite du soulèvement des Pays-Bas, était bien différent du bassin parisien ; il ne formait qu'une mer extrêmement peu profonde sur les tranches nivelées des terrains paléozoïques. Ce fond, remarquablement plat, s'émergeait peu à peu vers l'Eifel, les Ardennes et le Boulonnais. Sur les bords les moins élevés de ce bassin, entre Maubeuge et Marquise, des dépôts triasiques, exclusivement formés de débris des terrains inférieurs, ont été roulés et accumulés en bancs peu inclinés, de manière à exhausser la crête de partage, dite *Ligne de l'Artois* (1), et à ne permettre l'accès sur les hauts fonds du bassin belge qu'aux dernières, c'est-à-dire aux plus élevées des formations secondaires.

Maintenant, quel est l'âge précis de ces dernières formations

(1) D'après M. d'Archiac, voyez *Bull.*, 2^e sér., vol. II, p. 148. /

secondaires?... voici la difficulté que je signale, sans avoir la prétention de la résoudre. Je vais tâcher d'indiquer ici les concordances que signalent les publications de MM. Meugy et Dumont.

Classification des formations crétacées d'après MM. Meugy et Dumont.

EN FRANCE.	EN ANGLETERRE.	EN BELGIQUE.	SYSTÈMES.
Craie pisolithique...	(Manque.)	Calcaire, poudingues glauconie, polypiers.	Maestrichtien.
Craie blanche.	Upper chalk.	Craie, glauconie, calcaire grossier, silex divers.	Sénonien.
	Lower chalk.	Calcaire grossier, silex gris.	Nervien.
Craie tuffeau.	Chalk marl.	Marne.	
	Upper greensand. . . .	Gravier, glauconie. . . .	Hervien.
Craie du gault.	Gault.	Psammité, glauconie, marne.	
Craie néocomienne. . .	Lower greensand. . .	Argile glauconifère, tour- tia.	
Sables salés.	Terrain wealdien. .	Cailloux, argile, lignite, Fe.	Aachénien.
Torrent des mineurs.			

Ces rapprochements rencontrent des contradicteurs : ainsi MM. d'Archiac, de Koninck et autres géologues paléontologistes, font remonter le système *hervien* au niveau de la craie tuffeau. Ils admettraient tout au plus que l'élément le plus ancien de ce groupe, le *tourtia*, puisse être contemporain de *quelques assises du grès vert supérieur*. D'après cela le gault manquerait.

Enfin M. d'Archiac, qui ne met pas le terrain wealdien dans la craie, n'y place pas non plus le *torrent des mineurs* du Hainaut et les sables d'Aix-la-Chapelle.

L'étude des fossiles est d'autant plus nécessaire pour étudier cette question, que les caractères minéralogiques y sont très variables et fort insuffisants. Ainsi toutes les assises calcaires de la craie contiennent des silex ; et la glauconie surabonde tellement dans tout le bassin, que M. Dumont la cite jusqu'à treize fois dans sa légende des terrains tertiaires et crétacés. Ce minéral ne peut donc plus guère servir dans ces contrées de caractère distinctif.

Et, à ce propos, permettez-moi de réclamer contre la fausse synonymie des mots *glauconie* et *chlorite* que nous avons le tort d'employer indistinctement. La chlorite appartient aux roches

pyrogènes, et la glauconie aux terrains sédimentaires; nous devrions, d'après cela, répudier les expressions de *grès chlorité*, de *craie chloritée*, etc.

M. Delesse fait observer que si la glauconie se rencontre dans presque toute la série des terrains, elle peut cependant servir à caractériser et à reconnaître une couche ou un étage, au moins dans une étendue limitée. Il ajoute d'ailleurs que le mot de *glauconie* doit être complètement substitué à celui de *chlorite*, donné à une époque à laquelle on n'avait pas de notions précises sur ces minéraux; car les grains verts de la craie et de la base du calcaire grossier sont toujours formés par un silicate de fer et de potasse dont la composition diffère entièrement de celle de la *chlorite*.

M. Delanoüe reconnaît l'exactitude de l'observation de M. Delesse et l'importance de la composition minéralogique pour distinguer les diverses assises d'une contrée déterminée; mais il pense qu'on doit répudier ce diagnostic lorsqu'il s'agit, comme dans le cas actuel, d'établir des rapprochements entre deux bassins différents. Ainsi, la glauconie donne dans le Nord les apparences de la craie tuffeau à des assises contenant tous les fossiles de la craie de Paris (*Catillus Cuvieri*, *Ananchytes ovata*, etc., etc.); dans cette circonstance, la glauconie n'est donc plus un caractère distinctif, mais une cause d'erreur.

M. Bourjot fait la communication suivante :

Note sur le terrain de transition des Pyrénées, et plus particulièrement de la vallée d'Ossau.

Le terrain paléozoïque des Pyrénées n'a pu encore être débrouillé dans ses différents membres ou étages.

En effet, ou d'une part les vallées de dislocation, plus tard d'érosion, perpendiculaires à la chaîne, n'ont pas été assez profondément creusées par les causes réunies des commotions du sol et du ravage subséquent des eaux pour que l'œil de l'observateur puisse atteindre jusqu'aux étages inférieurs, ou ces étages inférieurs, là où ils sont accessibles, ont été si complètement métamorphosés par les émanations magnésiennes ou talqueuses, que la roche a perdu ses caractères paléozoïques, et l'on ne trouve plus

au contact plus ou moins immédiat des granites amphiboliques d'abord, puis des masses dioritiques, que des calcaires cristallins, des cipolins, des talcschistes assez confusément mêlés, comme on peut l'observer sur la tranche vive des roches entamées pour faire passer le cordon de route qui, de Laruns, remonte vers les Eaux-Chaudes et Gabas, longeant le Houra ou Pertuis dont la profondeur sert de lit au torrent qui devient plus loin le gave d'Oloron.

Les vallées principales de dislocation, et en prenant pour exemple la vallée d'Ossau qui s'étend dans une direction presque rectiligne N.-N.-O., S.-S.-E., d'Arudy ou de Louvie, d'abord jusqu'à Laruns, puis de Laruns après le ressaut du Houra jusqu'à Gabas et aux pentes du pic du Midi de Pau, ces vallées n'ont pas une très grande profondeur relative : car si à Pau nous avons au pont du Gave 173 mètres au-dessus de la mer, à Louvie, à l'entrée de la vallée d'Ossau, au 26^e kilomètre en partant de Pau, nous avons, au niveau du thalweg de la vallée, 413 mètres de hauteur absolue ; à Laruns, au 33^e kilomètre, 514 mètres ; enfin, pour les deux stations des Eaux-Chaudes et Eaux-Bonnes, à peu près 651 mètres ; et à Gabas, au 50^e kilomètre de Pau, 961 mètres, tandis que les montagnes formant des murailles qui encaissent ces vallées, surtout dans la première partie, n'atteignent guère plus de 1000 à 1200 mètres de hauteur absolue, et au moins, de Louvie à Laruns, présentent plutôt des croupes et des plateaux que des déchirures abruptes.

En avant du ravin du Valentin, qui s'étend du col de Tortes à la vallée de Laruns, ces sommets sont plus déchirés, et sous le nom des monts de la Latte, de pic de Ger, de monts Gourry, atteignent une hauteur qui varie entre 1500 et 1700 mètres. Ici, en effet, on se rapproche du centre d'éruption granitique d'abord, puis dioritique, dont le massif à trois têtes qui compose le pic du Midi de Pau est l'expression suprême et la plus énergique en ce point

En suivant les pentes du ravin du Valentin, et en gravissant la montagne d'Aas ou montagne Verte, en face de la station des Eaux-Bonnes, on rencontre une succession de : 1^o talcschistes ; 2^o de schistes argileux ou ardoisiers ; 3^o de grès lustrés en banquettes peu puissantes ; 4^o des schistes siliceux surmontés par cette formation de calcaires grisâtres déposés en plaquettes autrefois horizontales, puis relevés vers le pic de Ger de la manière le plus fortement inclinée. Il s'agissait donc de trouver, depuis le fond de la vallée principale et des vallées de jonction, toute la série des

membres du terrain paléozoïque, et ce travail paraîtrait, au premier abord, assez facile si l'on s'en tenait à la nature des roches; car, la fracturation a amené bien moins de désordres que l'on ne penserait dans la disposition des couches, et il y a répétition exacte d'une vallée transversale secondaire avec celle qui lui succède en avant ou en arrière, si elles sont de la même profondeur. Tous les étages de phyllades lustrés attribués au terrain silurien inférieur, ou, comme l'on dit aujourd'hui, de la faune primordiale ou première, ici faisant défaut, les quartzites, les ardoisières de la montagne d'Aas, de Laruns et de Bagès, devront être attribués au terrain de la faune deuxième, et les terrains des schistes siliceux et des calcaires aux terrains siluriens supérieurs et même à l'étage dévonien.

Malheureusement les fossiles sont bien rares dans ces terrains.

Un seul collecteur local, M. Gaston Saccaze, a pu jusqu'ici mettre de côté quelques fossiles; mais on se plaint généralement de leur état fruste, et, par cela même, indéchiffrable. Espérons que le fils d'un de nos collègues, M. de Wegmann, récemment nommé garde général des forêts à Laruns, portant un nom cher à la géologie, cherchera à mieux déterminer les strates du terrain paléozoïque entier qui, pour la montagne d'Aas et celle de Laruns, n'aurait pas en tout 600 à 800 mètres de puissance.

Les ardoisières de Laruns et d'Aas ont fourni à M. Saccaze, si ma mémoire ne me fait défaut, un trilobite enroulé qui m'a paru être un *Phacops*, ce qui ferait de ces ardoisières le terrain silurien supérieur ou de la faune troisième; une Némertite ou traces des cirrhes ambulacraires d'une annélide errante de ces mêmes ardoisières.

On trouve aussi supérieurement à ces ardoises d'autres schistes siliceux se débitant d'eux-mêmes en dalles rhomboédriques: ce sont d'assez grosses masses pétries de moules et d'empreintes qui m'ont paru se rapprocher des moules de l'*Orthis Beaumontii* de la collection des mines, ou de l'*Orthis reticularis* des auteurs, aussi et plutôt dévonienne que silurienne. Quant aux calcaires qui surmontent le tout et couvrent comme un manteau toutes les formations sous-jacentes, quand eux-mêmes ne sont pas disloqués, relevés en murailles abruptes ou cirques, comme autour du pic d'Ossau, ils paraissent être dévoniens. Je l'avais soupçonné en voyant chez M. Saccaze un fragment d'un polypier strié, arraché par lui, disait-il, au sommet du pic de Ger, et que je trouvais semblable au *Cyathophyllum flexuosum* de la *Lethæa* géognostique de Brown,

seul livre que j'eusse avec moi. M. le docteur Taras m'a remis des fossiles qu'un douanier a recueillis dans les masses calcaires qui entourent le pic d'Ossau comme un vaste cirque d'effondrement, des *Calamopora polymorpha*, le même *Cyathophyllum flexuosum*, une Térébratule, qui serait le *Gryphus* ou *Terebratula uncites*.

Un Bellérophé que j'avais ramassé dans les décombres qui ont formé au pied des escarpements de Gourry un épais conglomérat détritique composant les talus des Eaux-Chaudes, enfin des *Spirifer* dont les uns sont énucléés, et que M. Saccaze a dû garder, m'ont paru, avec ceux encore empâtés dans le calcaire, que j'ai remis à M. Hébert, se rapprocher des espèces plissées à gros plis, *Spirifer speciosus*, *S. macropterus*, et *S. mucronatus*.

Cet ensemble de faits indiquerait à l'œil exercé du géologue éminent auquel j'ai soumis ces fossiles que, dans cette partie des Pyrénées comme du côté de Gavarnie, vallée de Gèdres, plaine ou pène de Brala, comme du côté du mont Perdu, on aurait pu observer au plus quelques témoins de la faune silurienne supérieure, peu de témoins de la faune deuxième, rien, absolument rien de la faune primordiale, et que les formations calcaires si importantes des Pyrénées, marchant vers l'axe de la chaîne, se rapporteraient au terrain dévonien, abandonnant le nom de calcaire de montagne qu'ils portent dans la nomenclature de M. de Charpentier. Ces calcaires, à la droite du pic d'Ossau, vers le côté ouest de la chaîne, à partir du col des Moines et de Bious-Artigues, en allant vers Bayonne et sur le versant espagnol du Roumigat et de la Canonrouge, ou vers Salient et Penticosa, portent en stratification concordante (la fracturation les ayant brisés de même façon en immenses parallépipèdes) les calcaires dévoniens, les grès rouges lie de vin superposés. Ici se présente une difficulté. Ces grès sont-ils eux-mêmes dévoniens, c'est-à-dire les psammites de Condros, ou le vieux grès rouge des Anglais? ou doit-on les rapprocher de la formation du grès bigarré du contour des Vosges? Cette question, vu l'absence des fossiles, paraît difficile à résoudre; si l'on réfléchit à la parfaite concordance des strates que j'ai observée au col des Moines jusque dans la vallée de Baigorry, on pourrait croire avoir affaire au vieux grès rouge des Anglais. La stratigraphie dit *oui* pour cette détermination, et l'on attend l'arrêt sans réplique de la paléontologie... Quand viendra-t-il?... Ces grès sont revêtus eux-mêmes par le calcaire crétacé à Hippurites des Pyrénées.

M. de Verneuil demande la permission d'ajouter quelques

mots sur l'homme dont vient de parler M. Bourjot, sur M. Gaston Saccaze. En passant par les Eaux-Bonnes, cet été, il a entendu parler de cet ancien gardeur de troupeaux qui, seul et à l'aide de quelques livres, avait étudié l'histoire naturelle, et s'était fait une telle réputation de savant, que tous les étrangers allaient le visiter, et que les ministres, amis des sciences, témoins de ses efforts, lui avaient envoyé, de la part du gouvernement, des baromètres et autres instruments, des livres et une pension de 600 francs. Il s'attendait à trouver un homme gâté par cette espèce de célébrité locale, et d'autant plus infatué de lui-même, qu'il était plus au-dessus de son entourage. Il fut agréablement surpris de voir un homme grave, simple, d'une figure intelligente et encore belle malgré son âge, désireux d'apprendre et plein de modestie, enfin le vrai modèle de ces montagnards chez qui la beauté de la nature a éveillé le désir de l'étudier. Gaston Saccaze, armé de son baromètre, qu'il s'est empressé de comparer avec ceux de MM. de Loriaire et de Verneuil, parcourt depuis plusieurs années toutes les montagnes à plusieurs lieues à l'entour du village de Beost, où il habite, et c'est en en recueillant les plantes et les minéraux, qu'il a découvert les fossiles que M. Bourjot vient de présenter à la Société. Avant lui, personne n'avait découvert de fossiles près des Eaux-Bonnes. Pallassou en avait cité quelques-uns près des Eaux-Chaudes, et M. Bertrand-Geslin y avait également trouvé, il y a vingt ans, des fragments de *Cyathophyllum* qui ne suffisaient pas à la détermination précise du terrain.

Les fossiles découverts par Gaston Saccaze sont au contraire caractéristiques et ajoutent des documents nouveaux à la géologie pyrénéenne. Bien qu'ils soient en général dans un assez mauvais état de conservation, on peut y reconnaître plusieurs espèces incontestables, telles que : *Pleurodyctium problematicum*, *Cyathophyllum turbinatum*, *Favosites?* *ramosa* (voy. Lonsdale, *Geol. trans.*, t. V, p. 703), *Caninia*; *Terebratula reticularis*, *T. sub-Wilsoni*, *Spirifer paradoxus*, Schl.; *Orthis striatula*, *O. hipparionix*, Schnur; et des *Myrianites*. Tous ces fossiles, à l'exception du dernier, sont dévoniens, et plusieurs, tels que la *Terebratula sub-Wilsoni*, le *Spirifer paradoxus*, l'*Orthis hipparionix* et le *Pleurodyctium problematicum*,

sont caractéristiques de la partie inférieure que les Allemands appellent *Spirifer sandstein*, et à laquelle M. Dumont a donné le nom de *terrain rhénan*.

Il n'est pas impossible que le terrain silurien soit représenté aux Eaux-Bonnes par les ardoises à Myrianites et à tiges d'Encrines, mais c'est encore incertain. Ce sont en général les couches dévoniennes qui décidément prédominent dans la chaîne des Pyrénées, et jusqu'à présent on ne connaît de vrais fossiles siluriens, tels que *Graptolites* et *Cardiola interrupta*, que dans les environs de Saint-Béat, sur le versant nord, et dans ceux de Camprodon et de San-Juan de las Abadessas, en Catalogne, sur le versant sud.

Comme M. de Verneuil, M. Barrande persiste à regarder comme insuffisantes les preuves qui viennent d'être présentées de l'existence du terrain silurien dans les Pyrénées. Aucune raison n'empêche de croire que l'étage dévonien repose directement sur les massifs primordiaux.

M. Triger fait la communication suivante :

En terminant mes études géologiques de la Sarthe, je me suis aperçu que les limites que j'assignais à l'oolite inférieure de ce département ne s'accordaient pas parfaitement avec celles généralement admises en France par les géologues, qui, du reste, ne sont pas eux-mêmes d'accord entre eux sur le point où commence en réalité l'oolite inférieure.

Frappé de cette anomalie, je me suis trouvé dans la nécessité de chercher le moyen d'éclaircir cette question, c'est-à-dire de chercher à connaître d'une manière positive la limite supérieure et la limite inférieure de la division géologique à laquelle on a donné le nom d'*Oolite inférieure*.

Voyant que, pour arriver à ce résultat, je n'avais rien de mieux à faire que d'aller étudier ce terrain en Angleterre, sur les lieux mêmes où cette division a été établie, je me suis en conséquence rendu à Londres, où la collection du Musée La Bèche m'a fait connaître tout de suite, par son excellente disposition, non-seulement en quoi consiste en Angleterre l'*oolite inférieure*, mais encore quelle est sa faune et quelles sont les localités les plus riches en fossiles de ce terrain.

Ayant reconnu que, pour arriver à mon but, je devais visiter en première ligne les environs de Bath, de Cheltenham et de

Dundry, j'ai acheté des extraits de la belle carte de M. de la Bèche, sur lesquels se trouvent ces localités, puis je me suis rendu directement à Bristol pour commencer mon étude par l'oolite inférieure de Dundry.

Bristol est une fort belle ville dont une des extrémités, que l'on appelle Clifton, présente une gorge profonde dans laquelle coule l'Avon. Cette gorge offre, outre un coup d'œil magnifique comme paysage, une très belle coupe de calcaire carbonifère. Le centre de la ville, c'est-à-dire la partie basse, repose sur des marnes irisées dans lesquelles plusieurs puits ont été ouverts pour extraire de l'eau salée qui sert à la fabrication du sel.

Plusieurs tranchées de chemin de fer ont été ouvertes aussi dans ce terrain et l'ont mis à nu sur une hauteur de plus de 15 mètres; de sorte qu'à peu de distance de l'embarcadère, on peut parfaitement étudier le contact du lias avec les *marnes irisées*, dont la couleur rouge et verdâtre offre un contraste frappant avec la couleur sombre des marnes du lias.

Si de Bristol on se dirige vers Dundry, pendant une heure environ on marche constamment sur des marnes liasiques, en s'élevant peu à peu dans la série des couches qui constituent ce terrain; puis on arrive sur le sommet d'un coteau fort élevé qui présente alors, sous une faible épaisseur, les premiers dépôts de l'oolite inférieure.

On chercherait en vain des fossiles dans les nombreuses carrières ouvertes le long de cette route; toutes offrent une alternance de couches minces de calcaire et d'argile bleue qui rappellent parfaitement le terrain que l'on traverse en France entre Carentan et Valognes; mais, contrairement à ce qui se voit dans cette localité, pas un fossile ne vient vous éclairer sur la place qu'occupent ces roches nombreuses dans les différents dépôts du lias.

Le sommet du coteau conduit directement au village de Dundry, que l'on aperçoit à peu de distance, et le pays présente alors un aspect frappant d'analogie avec la contrée qui renferme le même terrain dans le département de la Sarthe. Une vaste plaine dénudée succède en effet au pays de bocage des marnes du lias, et l'on n'aperçoit plus autour de soi sur ce coteau que des terres arides divisées par quelques haies chétives, souvent même remplacées par des talus formés simplement avec des pierres.

Les fossés de la grande route m'offrirent d'abord de nombreux fossiles que je m'empressai de recueillir, et j'y trouvai surtout en grand nombre les *Terebratula perovalis*, *ovoides* et *simplex*.

J'y recueillis également la *Pholadomya Murchisoni*, l'*Ammonites Sowerbii*, etc.

A Dundry, l'extrémité même du bourg m'offrit une assez belle carrière que l'on venait d'ouvrir pour l'extraction d'une pierre qui devait, me dit-on, remplacer celle que l'on faisait venir de Caen pour des travaux entrepris aux environs de Bristol, et dans cette carrière je pus étudier à mon aise le contact d'un dépôt oolitique avec un calcaire graveleux que l'on exploite au-dessous comme moellon. La roche oolitique était en effet une oolite milliaire analogue au calcaire de Caen, qui reposait directement sur du calcaire graveleux dans lequel je trouvai beaucoup de fossiles, surtout des *Modiola plicata* et des *Ceromya concentrica*.

Plus loin, une vaste lande couverte de nombreuses carrières abandonnées qui ont fourni probablement une grande partie des fossiles que l'on remarque aujourd'hui dans la collection du Musée La Bèche, ne me présenta rien d'intéressant, et ce ne fut qu'à l'une de ses extrémités qu'une carrière nouvellement ouverte m'offrit un point de contact parfait du *lias* avec l'*oolite inférieure*. Le fond de cette carrière reposait précisément sur une couche de grès calcaire sans fossiles, qui formait le dernier échelon des argiles bleues et du calcaire qui constituent le dépôt du *lias*. Immédiatement au-dessus de cette couche qui lui appartenait évidemment encore, se trouvait le calcaire graveleux que j'avais déjà vu sur la grande route et dans lequel je rencontrai de nouveau un grand nombre de fossiles. J'y recueillis plusieurs *Trigones* à l'état de moules, le *Nautilus toarcensis*, la *Modiola plicata*, la *Pholadomya fidicula*, une Gervilie également particulière à la Sarthe, dont le nom m'est inconnu, le *Belemnites sulcatus*, enfin toutes les Térébratules déjà citées, et de plus une certaine Lime toujours dépourvue de test, également très commune dans notre département. En un mot, cette carrière, dont la profondeur était à peine de 5 mètres, m'offrit la répétition exacte de ce que j'avais été à même d'étudier cent fois en France dans le terrain semblable de nos localités.

Parfaitement édifié déjà sur ce que les Anglais considèrent comme les premiers dépôts de l'*oolite inférieure*, et n'ayant rien vu à Dundry de plus élevé que ce qu'ils appellent le *Free-Stone*, dépôt qui correspond au calcaire de Caen, il me restait encore à étudier la limite supérieure de ce terrain. Le lendemain j'allai visiter à cet effet les environs de Bath dont les nombreuses carrières, abandonnées pour la plupart, ne m'offrirent rien de satisfaisant. Je me rendis alors à Box sur le sommet d'un coteau, où

je vis enfin l'oolite de Bath dans tout son développement. Une carrière en pleine activité, dans laquelle on remarque une machine à vapeur pour le sciage des pierres, me présenta une fort belle coupe de la grande oolite, dont la partie supérieure seulement offre quelques *Terebratula cardium*, des *Anabatia orbulites* et des *Rhynchonella concinna* en très mauvais état de conservation. Ces fossiles, malgré cela, m'éclairèrent parfaitement sur la place occupée par chacun des dépôts de cette carrière.

Couvert de débris par suite de l'exploitation de la grande Oolite, le reste du coteau ne laisse voir nulle part le *fuller's-earth* indiqué sur la carte de M. de la Bèche; on n'en aperçoit des traces qu'à Box, au-dessus de l'oolite inférieure, dont les premiers dépôts se trouvent caractérisés comme en France par l'*Ammonites Parkinsoni*, par des Trigonies à l'état de moule, par des *Montlivaltia* et des Pleurotomaires, coquilles dans lesquelles il est impossible de ne pas reconnaître tout de suite des fossiles identiques avec ceux du même étage dans la Sarthe. C'est seulement en face de la station que l'on peut étudier le contact du *fuller's-earth* avec l'oolite inférieure. Malgré sa grande épaisseur, le *fuller's-earth* ne m'offrit cependant que des *Terebratula ornithocephala* en assez grande quantité et quelques *Pholadomya Murchisoni*. Au-dessus du *fuller's-earth* se développe, sur le sommet du coteau, l'oolite de Bath, dont il est facile d'étudier le contact avec les argiles du *fuller's-earth*.

Ayant parfaitement étudié sur ce dernier point le contact de l'oolite inférieure avec le *fuller's-earth* et celui du *fuller's-earth* avec l'oolite de Bath, je fus frappé en arrivant à la station de Box de voir pour la première fois l'oolite inférieure m'offrir à son contact avec le lias un sable fin, argileux, exactement semblable à celui que l'on rencontre dans presque toute la partie ouest de notre département, sable qui, du reste, présente également beaucoup d'analogie avec celui de Saint-Vigort, bien qu'on l'ait toujours classé jusqu'à présent comme d'un âge bien différent.

Une dernière localité me restait encore à visiter, c'était Cheltenham, qui m'offrit la plus belle coupe d'oolite inférieure que l'on puisse rencontrer. Qu'on se figure, en effet, un coteau de 120 mètres d'élévation dont 87 présentent une succession bien tranchée des différents dépôts de l'oolite inférieure en contact avec du lias parfaitement caractérisé.

Secondé par M. le docteur Wright, qui voulut m'accompagner plusieurs fois, et à qui je ne saurais trop témoigner ici ma reconnaissance, tant pour sa bienveillance que pour les bons renseigne-

ments qu'il a bien voulu me donner sur les dépôts qui nous occupent, j'ai pu, pendant trois jours, étudier dans le plus grand détail la belle coupe d'oolite inférieure de Leckampton, qui commence immédiatement au-dessus d'un calcaire gris, offrant des milliers de trous de coquilles lithophages.

Au-dessus de ce grès calcaire, appartenant encore évidemment au lias, repose un banc de calcaire graveleux à oolites ferrugineuses de 0,60 centimètres d'épaisseur environ, dans lequel on trouve, avec beaucoup de moules de *Trigones*, le *Modiola plicata* que je rencontrai en arrivant. Ce dépôt est recouvert par du calcaire ferrugineux semblable à celui de Dundry, dans lequel on remarque aussi des *Pholadomya fidicula*, des *Gervilies*, des *Modiola plicata*, etc.

Au-dessus de ce dépôt se développe ensuite ce que les Anglais appellent le *Peagrit*, c'est-à-dire un calcaire pisolitique dans lequel on trouve l'*Hypoclipus depressus*, ainsi que le *Diadema depressum*, tels qu'on les rencontre à Bernay et à Tennie, dans le département de la Sarthe, dans un dépôt semblable. J'y ai aussi rencontré, comme à Dundry, le *Belemnites sulcatus* et une *Rhynchonelle* que M. Davidson a nommée *subtetraedra*. Cette assise, de 3 mètres environ d'épaisseur, est recouverte par une oolite miliare de roche analogue au calcaire de Caen, auquel les Anglais ont donné le nom de *Free-Stone*, dépôt qui n'offre aucuns fossiles, malgré sa puissance énorme de plus de 30 mètres.

Au-dessus du *Free-Stone* vient l'*Oolite Marl* ou le *Fimbria Lit*, assise peu puissante qui recouvre immédiatement la belle oolite dont nous venons de parler. J'ai recueilli, dans ce dépôt marneux, plusieurs exemplaires de la *Terebratula fimbria*, coquille caractéristique, ainsi que de nombreux exemplaires de *Lucina lyrata*.

Une Oolite miliare mal stratifiée, souvent même à l'état de sable, recouvre ensuite l'*Oolite Marl* et ne présente aucuns fossiles. Ce n'est qu'après du banc auquel les Anglais ont donné le nom de *Gryphæa grit*, en raison de la nombreuse quantité d'*Ostrea Buckmani* qu'il renferme, que l'on trouve une couche fossilifère qui me présenta plusieurs fossiles qui m'étaient alors inconnus, mais que, depuis, j'ai trouvés dans la Sarthe en étudiant avec soin les dépôts qui correspondent au même étage.

Je citerai parmi ces fossiles l'*Ostrea Buckmani*, coquille caractéristique de l'assise, la *Rhynchonella Wrightii* que j'ai rencontrée depuis en France à la Butte-de-Chaumiton, aux environs d'Alen-

çon, et près de Villaine-la-Carelle, à peu près à la même place, dans la partie supérieure de l'oolite inférieure.

Je ferai remarquer, à l'égard de l'*Ostrea Buckmani*, qu'il existe cependant une différence dans la place que ce fossile occupe sur le continent, car, en France, on le trouve indistinctement à la partie supérieure et à la partie inférieure du terrain en question. (Voy. Tennie, la Butte-de-Chaumiton et Villaine-la-Carelle.)

Enfin l'Oolite inférieure se termine à Cheltenham par un dépôt de quelques mètres, consistant dans un calcaire graveleux qui présente une Térébratule voisine de la *Rhynchonella concinna* et beaucoup de Trigonies à l'état de moule; aussi porte-t-il le nom de *Trigonia grit*. Ce dépôt remarquable offre à sa partie supérieure, sur le sommet du coteau, une couche mince de grès calcaire criblée de trous tubulaires assez semblables à ceux que l'on remarque dans les calcaires d'eau douce. Assurément ces trous ne sauraient être attribués à des coquilles lithodomes comme ceux du grès calcaire qui forme la base sur laquelle repose l'oolite inférieure de Cheltenham, et j'ignore complètement à quelle cause l'on peut attribuer cette particularité.

Là s'est terminée mon étude de l'oolite inférieure d'Angleterre. Si maintenant je résume les nombreuses observations que j'ai été à même de faire, il en résulte pour moi la conviction qu'il existe entre l'oolite inférieure d'Angleterre et celle du département de la Sarthe une identité telle, qu'on est obligé d'en conclure :

1° Qu'en donnant pour limite à l'oolite inférieure l'oolite ferrugineuse de Moutiers et de Bayeux, on ne fait pas descendre en France l'oolite inférieure dans la série des terrains aussi bas qu'on a cru devoir le faire en Angleterre.

2° Que si le lias se trouve réellement placé aux Moutiers et à Bayeux immédiatement au-dessous de l'oolite ferrugineuse, il manque évidemment dans ces localités une zone très importante de l'oolite inférieure, la zone à *Modiola plicata*, à *Pholadomya fidicula*, à *Pleuromyces*, etc., qui ne saurait en être séparée, pas plus dans le département de la Sarthe qu'en Angleterre, puisque Dundry, Box, Cheltenham présentent exactement dans l'oolite inférieure les mêmes fossiles que Tennie, le Gibet et toutes les autres localités du département de la Sarthe, où l'on peut étudier la partie inférieure de ce terrain.

3° Qu'enfin il est très probable que l'oolite ferrugineuse du Calvados n'est qu'une partie très importante de l'oolite inférieure, et qu'on doit y ajouter un certain dépôt qu'on appelle *maillère*.

dans la localité, ce qui suffit, en effet, pour être parfaitement d'accord avec ce que l'on remarque en Angleterre, où la limite en question est parfaitement tranchée, et s'appuie non-seulement sur les caractères minéralogiques et sur une grande série de fossiles, mais encore sur des traces évidentes qui annoncent un temps d'arrêt dans les premiers dépôts jurassiques.

M. Hébert présente les observations suivantes :

Note sur le terrain jurassique du bord occidental du bassin parisien, par M. E. Hébert.

Les observations de M. Triger sont parfaitement conformes à celles que j'ai eu occasion de faire tout autour du grand bassin parisien : à l'est, aux environs de Metz et de Nancy ; au sud, auprès de Semur et d'Avallon ; à l'ouest, dans la Sarthe et la Normandie. Partout, la limite entre le lias et l'oolite inférieure est aussi nette et aussi satisfaisante que possible pour l'observateur. Les obscurités qu'elle paraît présenter proviennent le plus souvent des mélanges de fossiles recueillis au-dessus et au-dessous de cette limite, et aussi de ce que certaines espèces passent incontestablement d'une assise dans une autre.

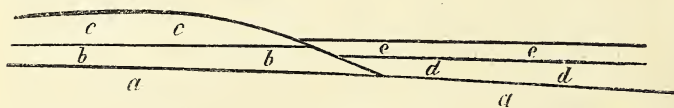
Je vais donner, de la disposition relative du lias et de l'oolite, un exemple que je crois de nature à faire disparaître ces difficultés. La Normandie est une contrée classique pour les terrains jurassiques. Si l'on observe la superposition de l'oolite au lias auprès de Bayeux, selon la carrière à laquelle on s'adresse, on voit qu'ici l'oolite ferrugineuse à *Ammonites Parkinsoni*, *Humphreianus*, etc., se trouve en contact immédiat avec le lias supérieur à *Ammonites bifrons*, *serpentinus*, etc., tandis qu'à peu de distance une autre carrière montre, entre ces deux assises, une mince couche de marne blanche, avec *Terebratula perovalis*, *Phillipsii* et *Belemnites curtus*, etc. Dans une carrière de Saint-Vigor, cette couche, épaisse au plus de 10 à 15 centimètres, renferme un grand nombre de nodules ferrugineux évidemment roulés, et forme une ligne de démarcation très tranchée au-dessus du lias supérieur, composé ici de couches argileuses, avec des Bélemnites et des Ammonites écrasées, dont la forme est à peine conservée.

Auprès de Sainte-Honorine, la falaise montre la même disposition : l'oolite ferrugineuse, peu épaisse, 20 centimètres environ,

mais remplie d'*Ammonites Parkinsoni*, *Martinsii*, etc., de taille gigantesque, de *Lima proboscidea* très abondantes, recouvre une couche de 10 centimètres d'épaisseur, d'un calcaire roux, tuberculeux, avec cailloux roulés; puis, au-dessous, viennent les assises argileuses bleuâtres, avec *Ammonites* et *Bélemnites* du lias supérieur.

Si l'on continue à marcher à l'ouest, on arrive bientôt à la vallée de la Vire et à la presqu'île du Cotentin. Toute trace d'oolite inférieure a disparu; il ne paraît même pas, vu son amincissement à mesure qu'on s'approche du Cotentin, et son absence complète dans cette région, qu'elle se soit jamais étendue jusque-là. Le lias supérieur, au contraire, y est plus développé qu'aux environs de Bayeux, et la butte de Sainte-Marie-du-Mont en donne une excellente coupe. Les pâturages qui entourent le bourg reposent sur les assises à *Ammonites insignis*, *concaus*, *primordialis*. Ces assises, lorsqu'elles existent, recouvrent, dans tous les pays où le lias supérieur a été signalé, les couches à *Ammonites bifrons*, *radians* et *serpentinus*; elles manquent autour de Bayeux et de Sainte-Honorine. De plus, à Sainte-Marie-du-Mont, le lias supérieur est recouvert par des marnes et des grès ferrugineux, en lits minces, sans fossiles, entièrement distincts de tout ce qui existe à Bayeux ou à Caen, et qui représentent très probablement la dernière assise liasique, à moins qu'on n'aime mieux y voir le représentant des dunes qui se formaient sur le prolongement de l'oolite inférieure. Ces grès se retrouvent, dénudés et par fragments, à la surface de la couche à *Ammonites primordialis* sur tout le plateau.

Les observations faites autour de Bayeux et de Sainte-Marie-du-Mont ne peuvent être liées ensemble que par le diagramme suivant :



- a. Lias supérieur à *Ammonites bifrons*, *radians*, etc.
- b. Couche à *Ammonites insignis* et *primordialis*.
- c. Grès supra-liasique.
- d. Oolite inférieure à *Pholadomya fidicula*, *Terebratula perovatis*.
- e. Oolite ferrugineuse à *Ammonites Parkinsoni*, *Humphriesianus*.

Dans tous les cas, il est constant qu'entre l'oolite ferrugineuse et les assises du lias à *Ammonites bifrons* et *radians*, existent deux

assises, l'une, presque toujours visible au-dessous de l'oolite ferrugineuse, très développée dans la Sarthe, où elle est caractérisée par la *Pholadomya fidicula*, la *Lima heteromorpha*, Desh., *L. semicircularis*, Goldf. ; l'autre, l'assise à *Ammonites insignis*, *concaus*, *primordialis*, qui manque à Bayeux et dans beaucoup d'autres points, mais qui existe partout où le lias est complet : à Sainte-Marie-du-Mont aux environs de Poitiers, de Metz, à Gundershoffen, etc. Cette dernière assise, toujours superposée à la couche à *Ammonites radians* et *bifrons*, est, dans certains points, recouverte par l'oolite inférieure ; dans d'autres, elle ne l'est pas. Elle appartient donc au lias, avec lequel elle a d'ailleurs la plus grande analogie de faune, de même que la couche à *Terebratula perovalis* et à *Lima heteromorpha*, possède, avec l'oolite ferrugineuse, un grand nombre d'espèces communes.

La différence de succession des couches à Bayeux et à Sainte-Marie-du-Mont ne peut évidemment tenir qu'à un mouvement de retrait des eaux après le dépôt des marnes liasiques, mouvement accompagné d'une légère dénudation qui a enlevé, dans le Calvados, une ou deux minces assises du lias supérieur. C'est dans cette dépression que se sont déposés les premiers lits d'oolite inférieure, tandis que le Cotentin se trouvait hors de l'atteinte des eaux. C'est donc une véritable discordance de stratification, accusée en outre par les galets calcaires dont se trouve remplie, sur plusieurs points, non-seulement en Normandie, mais aussi dans la Sarthe et notamment à Conlie, la base de l'oolite inférieure, telle que je la délimite ici.

Vouloir, comme on a cherché à le faire dans ces derniers temps, placer la couche d'oolite inférieure qui supporte l'oolite ferrugineuse dans le lias, c'est aller contre les observations directes, contre l'évidence au point de vue stratigraphique, évidence si manifeste dans la région que je viens de citer, mais qui résulte de toutes les bonnes coupes données antérieurement et notamment par M. Dufrénoy (1).

Placer, comme l'a fait M. Saemann (2), dans l'oolite inférieure, la couche à *Ammonites insignis* et *primordialis* ou *opalinus*, c'est encore conclure directement contre les observations stratigraphiques, qui montrent cette assise toujours intimement liée au lias supérieur, et fréquemment en indépendance complète de l'oolite inférieure.

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 177.

(2) *Bull.*, 2^e sér., t. XI, p. 280.

La cause de ces méprises se trouve dans une association assez curieuse, en effet, des fossiles de l'assise la plus supérieure du lias et de l'oolite ferrugineuse dans cette couche qui sert de base à l'oolite inférieure. Mais cette association n'a rien qui doive surprendre; elle peut provenir de deux causes: soit du remaniement par les eaux, où se déposait l'oolite inférieure, des fossiles arrachés à la couche argileuse du lias; soit, ce qui paraît incontestable pour quelques espèces, à moins d'erreurs de détermination, à ce qu'elles ont vécu à la fois à la fin des dépôts liasiques et au commencement des dépôts oolitiques. C'est ainsi que la *Pholadomya fidicula*, abondante dans le lias supérieur de la Meurthe et de la Moselle, où elle accompagne l'*Ammonites radians*, très commune au contraire dans l'oolite inférieure de la Sarthe, avec l'*Ammonites Humphriesianus*, *Murchisonæ*, etc., se trouve aussi néanmoins dans les assises calcaires de l'oolite inférieure des environs de Metz, avec l'*Ammonites Murchisonæ* (1). Ces passages sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense généralement, et n'ont aucune importance pour les délimitations des terrains, que les observations stratigraphiques sont surtout appelées à déterminer, et qui, lorsqu'elles sont bien faites, concordent avec les changements généraux des faunes.

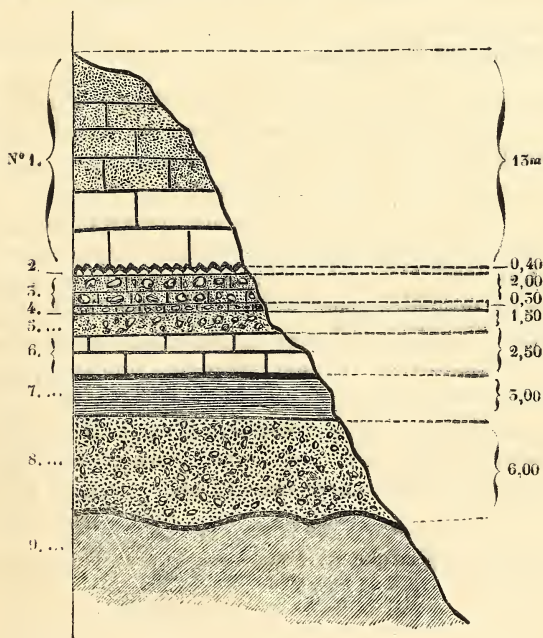
Je n'insisterai pas davantage sur ce sujet, si connu de tous les géologues, et sur lequel de récentes publications tendent à jeter une incertitude qui n'existe pas sur le terrain. Je terminerai en rappelant brièvement un autre exemple des erreurs auxquelles on s'expose en se bornant à déterminer la place d'une assise par les discussions établies sur des listes de fossiles.

Il s'agit de la couche si riche en fossiles de la Jonnelière, près Conlie (Sarthe), qui avait été regardée comme appartenant à l'oolite inférieure de Bayeux. M. Saemann la met à sa véritable place, au-dessus de la grande oolite proprement dite. Je laisse toutefois de côté la question de savoir si cette couche est supérieure ou inférieure à l'oolite de Mamers, ou au calcaire de Luc et de Ranville; les consciencieux travaux de M. Triger, sur le département de la Sarthe, mettront tous ces faits en pleine lumière. Je me borne à distinguer entre l'oxford clay et le lias trois assises qu'il est impossible de confondre: les couches à *Montlivaltia* de la Jonnelière, l'oolite miliaire, ou grande oolite proprement dite, et l'oolite inférieure. La superposition de ces trois assises, dans l'ordre que j'indique, est de la der-

(1) Ce fait a été observé ailleurs par M. Thiollière. (*Bull.*, 2^e sér., t. II, p. 272.)

nière évidence dans tout le département de la Sarthe. Il n'y a pour ainsi dire pas une carrière qui n'en donne la coupe directe, au moins pour deux des termes de cette série, et sans entrer dans des détails qui nous seront certainement donnés dans la publication de M. Triger, je citerai la butte de la Jonnelière elle-même, récemment coupée par le chemin de fer, et où l'on observe très distinctement les assises à *Ammonites Parkinsoni* et à *Trigonia costata*, c'est-à-dire l'oolite inférieure la mieux caractérisée, recouvertes par l'oolite miliaire, la même oolite qui, dans la carrière de la tuilerie, à une portée de fusil de là, supporte la couche à *Montlivaltia*. Dans la tranchée du chemin de fer, les deux assises inférieures ont environ 6 mètres d'épaisseur chacune. A la Jonnelière même, et quels que soient les fossiles qu'on y trouve, la couche à *Montlivaltia* est donc séparée de l'oolite inférieure de Bayeux par la grande oolite proprement dite.

Le *fuller's earth* manque dans la Sarthe, et son absence est accusée par une ligne de démarcation très nette entre la grande oolite et l'oolite inférieure. Dans la coupe de Chaumiton, que j'ai relevée approximativement en présence et avec l'aide de M. Triger, dont l'expérience m'a été d'un si grand secours dans toutes ces excursions, voici en effet ce que l'on observe :



N° 1. Grande oolite, comprenant à la base des banes solides, compactes, exploités à Vilaine-la-Carelle, et, à la partie supérieure, l'oolite miliare friable.

N° 2. Calcaire compacte formant la partie supérieure de l'oolite inférieure; il est caractérisé par de grosses *Chemnitzia*, et il est percé de trous de *Pholades*.

N° 3. Calcaire sableux très fossilifère, avec rognons de grès.

N° 4. Banc rempli de *Lima semicircularis*, Goldf., *L. heteromorpha*, Desh., etc.

N° 5. Sables renfermant entre autres fossiles une Huître globuleuse de taille moyenne, très voisine de la *Gryphæa suilla*, Goldf. (4).

N° 6. Calcaire compacte, sans fossiles, analogue au calcaire à Entroques de Bourgogne.

Les n°s 2, 3, 4, 5 et 6 représentent, dans cette coupe, l'oolite inférieure la mieux caractérisée.

N° 7. Alternance d'argiles sableuses et de calcaires marneux, avec *Ammonites serpentinus* et *radians* (lias supérieur).

N° 8. Sables sans fossiles, renfermant, sur d'autres points du département de la Sarthe, notamment à Brulon, où ils sont remplacés par une espèce de gravier ou de conglomérat, des fossiles du lias moyen (*Belemnites niger*, *Pecten disciformis*, *P. æquivalvis*).

N° 9. Schistes paléozoïques.

Si l'on joint à cette coupe celles des carrières de Peschescul, de Voisine, etc., où l'oolite inférieure est plus développée et montre nettement deux niveaux principaux de fossiles : l'un, inférieur, à *Pholadomya fidicula*; l'autre, supérieur, à *Trigonia costata*, *Ammonites Humphriesianus* et *Parkinsoni*, sans qu'il soit possible de séparer les assises qui les renferment, bien qu'en général le calcaire devienne sableux à la partie inférieure, et où cette oolite inférieure est surmontée, comme à Chaumiton, par l'oolite miliare, celle-ci par les couches de la Jonnelière, et ces dernières, enfin, par l'Oxford clay, il restera démontré que le département de la Sarthe, loin de contenir aucune anomalie dans la disposition et la succession des assises jurassiques, est en parfaite conformité avec les autres contrées où ce terrain est le mieux développé.

S'il manque quelque chose dans la série, comme le *fuller's*

(4) C'est cette espèce que M. Triger désigne sous le nom d'*Ostrea Bukmanni*.

carth, on y trouve, à la place, inscrits d'une manière irrécusable, les phénomènes qui ont eu lieu pendant le dépôt de cette assise. La partie supérieure des lits précédemment formés est en effet durcie, usée par les eaux, percée par des milliers de *Pholades*, exactement comme cela a lieu aujourd'hui sur la partie des plages calcaires des côtes de Normandie, où il ne se forme point de dépôt de sable et de vase.

Ce qui précède s'accorde parfaitement avec les conclusions que les auteurs de la *Carte géologique de la France* ont déduites de leurs observations dans le département de la Sarthe, et, si j'ai cru devoir me permettre d'appuyer leur manière de voir de quelques faits nouveaux, c'est que, depuis quelques années, plusieurs publications ont jeté des doutes sur des points qui devaient rester et sont en effet inattaquables.

Séance du 18 décembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GIRARD, professeur de géologie, à Halle (Allemagne), présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil ;

Ezequiel URICOECHEA, docteur en philosophie de l'Université de Goettingue, né à Bogota (Nouvelle-Grenade), rue Saint-André-des-Arts, 22, à Paris, présenté par MM. de La Roquette et le baron de Brimont ;

VÉZIAN (Alexandre), licencié ès sciences naturelles, à Montpellier (Hérault), présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil.

Le président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, novembre 1854.

De la part de M. J.-B. Croizet, *Observations générales sur la géologie et la paléontologie*, in 8, 65 p. Clermont-Ferrand, 1853.

De la part de MM. E. Hébert et E. Renevier, *Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets, et de quelques localités de la Savoie* (extr. du *Bulletin de la Société de statistique du département de l'Isère*, 2^e sér., vol. III, 1^{re} et 2^e livrais.), in 8, 88 p., 2 pl. Grenoble, 1854, chez Maisonville.

De la part de M. A. Viquesnel, 4 *Itinéraires* (pl. 4, 5, 7 et 9) de son *Voyage dans la Turquie d'Europe en 1847*.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 23 et 24.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. VIII, n^o 46, octobre 1854.

L'Institut, 1854, nos 1092 et 1093.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, séances du 11 novembre 1853 au 26 mai 1854; in-8.

The Athenæum, 1854, nos 1415 et 1416.

Revista minera, 1854, n^o 109.

M. Viquesnel présente 4 nouvelles cartes, pl. 4, 5, 7 et 9, de son *Voyage dans la Turquie d'Europe en 1847*.

M. Michelin dépose sur le bureau un plan de logement pour la Société géologique. Le local proposé est situé rue de l'Abbaye. Il servirait simultanément à la Société géologique et à deux ou trois autres Sociétés savantes.

M. le Président exprime ses remerciements à M. Michelin. Dans sa prochaine séance, le Conseil donnera toute son attention au projet qui vient d'être présenté.

M. Damour dépose sur le bureau plusieurs échantillons de minéraux recueillis lors de la Réunion extraordinaire à Valence, en septembre dernier.

M. Delesse fait la lecture suivante :

Sur les cailloux impressionnés (extrait d'une lettre de M. Kœchlin Schlumberger à M. Delesse).

Mulhouse, le 12 novembre 1854.

Je viens vous entretenir d'un phénomène que j'ai eu occasion d'observer dans le courant du printemps dernier : je veux parler des galets de quartz et de quartzites impressionnés du grès vosgien de la vallée de Guebwiller.

Jusque dans les derniers temps, j'avais visité plusieurs fois différents gisements de grès vosgien du département, à l'exception de ceux de la vallée de Guebwiller, et sans jamais rencontrer de galets impressionnés; c'est dans cette dernière localité, dans plusieurs carrières établies sur la pente qui encaisse au nord cette vallée que je les ai découverts.

Là ces galets sont assez abondants; le relief des uns pénètre bien dans le creux des autres, ce qu'on voit très bien au moment de les séparer; quelquefois il y a adhérence de la matière des deux galets au point où ils se touchent; quelquefois les galets impressionnés sont fendus en plusieurs sens, et il semble, par la direction étoilée de ces fentes, qu'elles sont dues à la même cause qui a produit les creux. J'ai lu les lettres de M. Paillette (*Bulletin*, 2^e série, t. VII, p. 39), signalant un fait analogue dans des poudingues d'Espagne. Mais l'explication du phénomène donné par l'auteur m'a paru laisser beaucoup à désirer, ainsi, du reste, qu'à vous et à quelques autres membres qui ont pris part à la discussion.

La question ne me paraît donc pas épuisée, et comme il est dit dans le *Bulletin* que l'échantillon de M. Paillette n'était pas bien caractérisé, j'ai cru utile de vous adresser les miens dans lesquels le fait de l'impression mutuelle peut s'observer facilement. Je vous prie de les soumettre à la Société et de chercher à provoquer dans son sein une discussion propre à amener une explication du phénomène.

Quelques-uns de ces cailloux n'ont pas d'impressions; je les ai joints à mon envoi pour appeler l'attention sur les surfaces cristallines dont ils sont couverts, fait que M. Daubrée a déjà signalé dans la description de la Carte géologique du Bas-Rhin.

Vous remarquerez que cette cristallisation superficielle affecte trois états différents :

1^o La surface des galets est couverte de bandes chatoyantes qui imitent assez bien le moiré métallique ;

2^o Elle est parsemée de petites paillettes brillantes distribuées également et d'égales grosseurs, qui sont autant de pointements de cristaux de quartz ;

3^o Les cristaux de quartz deviennent plus forts et acquièrent jusqu'à 4 et 6 millimètres.

Quoique je n'aime pas les hypothèses, je n'ai cependant pu me défendre de réfléchir sur les causes probables qui avaient produit cette pénétration des galets de quartz et quartzites ; et voyant les surfaces cristallines accompagner à Guebwiller le phénomène des impressions, j'ai cru un instant trouver une connexion entre les deux faits.

J'ai donc supposé qu'il y avait eu forte pression et dissolution du quartz à la fois ; que, par un motif quelconque, le quartz s'était dissous plus facilement là où il y avait contact et pression des galets ; que la silice enlevée dans les creux est allée ensuite se déposer et former les surfaces cristallines.

De cette manière, les fentes, les creux, l'empiétement des galets étaient expliqués ; de cette manière, l'idée répugnante de la compression du quartz se trouvait écartée ; de cette manière, enfin, s'expliquait ce qu'une simple pression ne ferait pas, que les galets où ils se touchent sont très souvent soudés, de manière qu'une partie du relief reste attachée au creux.

Je suis allé plus loin : j'ai pensé que, deux galets se touchant avec une très forte pression, il y aurait certainement un petit changement aux surfaces en contact. Le plus dur, ou peut-être le plus pointu, aurait un peu entamé l'autre en pulvérisant une très faible épaisseur de la surface ; que cette infiniment petite portion de matière divisée présentait une plus facile action au dissolvant qui s'en emparait de préférence, et qu'ainsi, le temps aidant, l'opération a pu s'accomplir.

A l'appui de cette communication, M. Delesse présente, au nom de M. Kœchlin, deux échantillons de cailloux impressionnés de grès vosgien de la vallée de Guebwiller (Haut-Rhin) renfermant du sulfate de baryte.

M. Nérée Boubée fait observer que, parmi les galets présentés par M. Delesse au nom de M. Kœchlin, les uns sont de grès,

les autres de quartzite, et que les premiers sont plus fortement impressionnés. Il suppose que les grès ont dû être imprégnés de calcaire ; le calcaire s'étant dissous, le grès se sera ramolli de telle sorte qu'il aura pu être impressionné.

M. Barrande rappelle que M. Morlot a décrit des roches dans lesquelles de petits cailloux de quartz avaient pénétré et avaient creusé des rainures droites, restées comme témoins de leur passage. Les rainures se terminaient aux points où les cailloux avaient été enchevêtrés.

M. Hébert dit que les galets décrits par M. Kœchlin présentent toutes les apparences d'un ramollissement par la chaleur.

M. Renevier fait la communication suivante :

Parallélisme des terrains crétacés inférieurs de l'arrondissement de Vassy (Haute-Marne) avec ceux de la Suisse occidentale, par M. E. Renevier.

Dans une précédente communication (1), j'ai eu l'honneur d'exposer à la Société le résultat de mes recherches sur les environs de la Perte du Rhône. L'étude que j'ai faite depuis lors des terrains crétaés des environs de Vassy me permet de vous présenter maintenant quelques courtes considérations sur le parallélisme qui existe entre les terrains de ces deux localités remarquables. Ces nouvelles recherches m'ont amené, comme je l'ai déjà dit ailleurs (2), à classer les couches de la Perte du Rhône plus exactement que je ne l'avais fait, soit dans la note présentée à la Société, soit dans le corps de mon Mémoire sur cette localité. En outre, dans un nouveau séjour aux environs de Bellegarde, j'ai pu étudier plus en détail les terrains néocomiens moyens et inférieurs du département de l'Ain. Ceux-ci, comme j'ai pu m'en assurer sur plusieurs points, sont en relation directe avec les étages sus-jacents qui seuls sont représentés à la Perte du Rhône.

Ces différentes études me mettent en état de présenter à la Société le tableau ci-joint, qui résume mes principales observations. J'y ai joint, d'après M. de Montmollin, la coupe des couches de Neuchâtel qui ont servi de type au groupe néocomien.

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 114, 1853.

(2) *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*, p. 67, 1854.

ENVIRONS DE NEUCHÂTEL, D'APRÈS M. DE MONTMOLIN (1). Type du terrain néocomien.	MÈTRES.	ENVIRONS DE LA PERTE DU RHONE.	MÈTRES.	ETAGES.	ENVIRONS DE VASSY (HAUTE-MARNE), D'APRÈS M. CORNUÉL (2).
Calcaire jaune supérieur. Environ.	45	Grès rougeâtre, peu de fossiles.	2,20	Étage du gault.	No 16. Gault. No 15. Sable vert. No 14. Sable et grès jaunâtre. No 13. Argile à Plicatules. No 12. Couche rouge. No 11. Fer oolitique, avec fossiles d'eau douce. No 10. Sable et grès ferrugineux. No 9. Argile rose, marbrée. No 8. Grès et sables piquetés. No 7. Argile ostréenne. No 6. Marne argileuse jaune. No 5. Calcaire à Spatangues et marne bleue. No 4. Sable blanc, sans fossiles. No 3. Sable et grès ferrugineux, sans fossiles. No 2. Fer glodique et marne brunnâtre. No 1. Marne argileuse noirâtre.
		a. Grès jaunâtre, beaucoup de fossiles.	0,80		
		b. Sable bleu verdâtre, beaucoup de fossiles.	0,60		
		Sable verdâtre, sans fossiles.	2,00		
		c. Sable verdâtre, à fossiles blancs.	1,60		
		d. Grès dur.	0,75		
		Sable vert bleuâtre, sans fossiles.	4,00		
		e. Grès verdâtre à <i>Ostrea aquila</i>	0,75		
		f. Grès marneux, peu de fossiles.	7,95		
		g. Couche à Orbitolites.	0,50		
Calcaire jaune fracturé (ou marne calcaire jaunâtre). . . Environ. Marne bleue (d'Hauterive). . . Id.	7 40	Grès marneux et argile rouge, sans fossiles.	4,60	Étage rhodanien. Étage argonien. Étage d'Hauterive. Ét. néocomien moyen. Étage valangien, ou Ét. néocomien inf.	
		h. Marne jaune, beaucoup de fossiles.	1,95		
		i. Calcaire jaune roussâtre, à Pterocères.	2,10		
		Calcaire à Caprotines, composé de nombreuses alternances de calcaire gris, dur, et de calcaire blanc, friable. Au moins.	80,00		
		Calcaire arenacé grisâtre, avec la forme des marnes d'Hauterive. Environ.	50,00		
		Calcaire jaune, inférieur, avec Nerinées. Environ.	10,00		

(1) Mém. de la Société des sciences natur. de Neuchâtel, t. I, p. 49, 1856; et Bull. de la Société vaudoise des sciences natur., t. III, p. 261, 1855.

(2) Bulletin, 2e série, t. VIII, p. 456, 1851.

ÉTAGE DU GAULT. — Le terrain, qui, à la Perte du Rhône se divise en cinq assises, ou, si l'on ne considère que sa faune, en trois couches *a*, *b*, *c*, offrant quelques différences dans l'ensemble de leurs fossiles, mais reliées entre elles par la grande majorité des espèces, se présente au contraire dans la Haute-Marne sous un aspect beaucoup plus homogène, c'est-à-dire, qu'il est formé, en grande partie, d'une assise d'argile assez puissante, dont la faune, quoique bien moins riche, correspond à celle des trois couches réunies de la Perte du Rhône. En dessous de cette assise, que M. Cornuel (1) désigne par le n° 16, et dont il donne une liste de fossiles, se trouve le sable vert n° 15, très pauvre en fossiles, mais qui, par le peu qu'on en connaît, paraît se relier au gault plutôt qu'à l'étage sous-jacent.

ÉTAGE APTIEN. — Je rapporte, au contraire, à l'étage aptien les sables et grès jaunâtres n° 14, à cause de la présence, dans cette couche, de l'*Ostrea aquila* (Brong.), d'Orb., qui témoigne de la plus grande analogie avec l'argile à Plicatules n° 13. Cette dernière assise forme dans le bassin de la Seine le véritable représentant de l'étage aptien, et sa faune, sauf quelques différences locales, correspond assez bien à celle des couches *d* et *e* réunies de la Perte du Rhône. Dans une localité comme dans l'autre, la base de l'étage est caractérisée par une plus grande fréquence de l'*Ostrea aquila* (Brong.), d'Orb., et de la *Plicatula placunea*, Lk.; la *Rhynchonella lata* (Sow.), d'Orb., joue le même rôle dans les deux, mais la *Terebratula sella*, Sow., si abondante à Vassy et à Saint-Dizier est remplacée à la Perte du Rhône par la *T. Dutempleana*, d'Orb., qui se retrouve également dans le gault. Une différence essentielle qui existe entre les couches aptiennes de la Haute-Marne et celles de la Perte du Rhône, c'est l'abondance des céphalopodes dans celles-là, et leur rareté dans celles-ci. Seules, les *Ammonites Cornuclianus*, d'Orb., et *A. Milletianus*, d'Orb., (cette dernière est beaucoup plus commune dans le gault) se rencontrent également de part et d'autre, tandis que les *A. Deshayesi*, Leym., *A. Nisus*, d'Orb., etc., et les *Ancycloceras* si abondants aux tuileries de Bailly et ailleurs, font défaut dans les grès aptiens de la Perte du Rhône. Ceux-ci offrent, en revanche, au paléontologiste, une assez riche série de grosses bivalves qui manquent, pour la plupart, dans l'argile aptienne du bassin de la Seine, et dont quelques-unes paraissent se retrouver dans le gault ou dans les étages inférieurs de ce bassin. De ce nombre sont : *Cardium sphæ-*

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. VIII, p. 445, 1854.

roideum, Forb. ; *C. Dupinianum*, d'Orb. ; *Astarte Brunneri*, Pict. et Rx. ; *Cyprina croyensis*, Leym. ; *C. Rhodani*, Pict. et Rx. ; *Corbis corrugata* (Sow.), Forb. ; *Arca fibrosa* (Sow.) d'Orb., et plusieurs autres belles espèces qui ornent les planches des *Mollusques des grès verts* de MM. Pictet et Roux. Je dois ajouter que les rapports entre les couches aptiennes et le gault sont bien plus grands à la Perte du Rhône que dans les environs de Vassy.

ÉTAGE RHODANIEN. — Si, pour l'étage précédent, nous avons remarqué une différence de facies entre le bassin méditerranéen et celui de la Seine, ici, au contraire, nous trouvons un accord complet. Les seules discordances gisent dans la nature minéralogique des couches, dans la plus ou moins grande fréquence des espèces, et dans l'absence de quelques-unes. L'ensemble de la faune est parfaitement le même et le facies est identique. C'est cette analogie, dont j'ai été frappé en arrivant aux minières du chemin de Bailly, qui m'a décidé à me servir définitivement du nom d'étage *rhodanien* que j'avais proposé pour ce terrain (1). Je me suis abstenu d'employer cette dénomination jusqu'au moment où j'ai reconnu à ces couches une extension géographique suffisante pour légitimer un nom particulier (2). Cet étage se compose à Bailly d'une seule couche d'argile rouge durcie, de moins d'un mètre d'épaisseur ; c'est la couche rouge n° 12 de M. Cornuel. Cette simplicité de composition minéralogique et ce peu d'épaisseur contrastent avec la puissance et la multiplicité de couches que présente ce terrain à la Perte du Rhône. Les principales différences paléontologiques sont l'absence des *Orbitolites* et de quelques autres fossiles, la rareté du *Toxaster oblongus*, (Deluc) Ag., et la présence de quelques espèces étrangères à la perte du Rhône, qui sont citées par M. Cornuel (3), ou sont encore inédites. Quant aux espèces qui se présentent également dans l'étage rhodanien de la Suisse occidentale, elles sont ou seront décrites dans la *Description des fossiles du terrain aptien de la Perte du Rhône*, etc., que je publie avec M. Pictet (4). En attendant, et pour bien constater cette identité de faunes, je donne ci-après une liste des espèces que j'ai reconnues appartenir simultanément aux deux localités.

(1) *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*, p. 20, 1854.

(2) *Id.*, p. 68.

(3) *Bulletin*, 2^e sér., t. VIII, p. 440, 1851.

(4) Dans les *Matériaux pour la paléontologie suisse*, publiés par F.-J. Pictet.

- Houarus Latreilli*, Rob.-Desv.
Serpula filiformis, Sow.
Turritella helvetica, Pict. et Rnv.
Scalaria Rouxi, Pict. et Rnv.
Acteon, sp.
Acteonina Chavannesi, Pict. et Rnv.
Acteonina, sp.
Avellana, sp.
Varigera Rochatiana, d'Orb.
Natica rotundata (Sow.), Forb. (*N. sublævigata*, d'Orb.),
— *Cornueliana*, d'Orb.
Turbo munitus, Forb.
Rostellaria Robinaldina, d'Orb.
— *Rouxi*, Pict. et Rnv.
Cerithium Forbesianum, d'Orb.
Panopea neocomiensis (Leym.), d'Orb.
— *plicata* (Sow.), Forb. (*P. Prevosti* (Desh.), d'Orb.).
Pholadomya elongata, Munst.
Anatina Robinaldina, d'Orb.
— *Heberti*, Pict. et Rnv.
Thracia subangulata, Desh.
— *Couloni*, Pict. et Rnv.
Psammobia Studeri, Pict. et Rnv.
Arcopagia subconcentrica, d'Orb.
Macra Montmollini, Pict. et Rnv.
Venus vendoperana (Leym.), d'Orb.
Cyprina Saussuri (Brong.), Pict. et Rnv.
Corbis corrugata (Sow.), Forb.
Cardium Cornuelianum, d'Orb.
— *Ibbetsoni*, Forb.
— *Forbesi*, Pict. et Rnv.
— *bellegardense*, Pict. et Rnv.
Cardita fenestrata (Forb.), d'Orb.
Opis neocomiensis, d'Orb.
Astarte laticosta, Desh.
— *sinuata*, d'Orb.

Jusqu'ici est achevé, mais non encore entièrement publié, le travail descriptif dont je m'occupe avec M. le professeur Pictet.

Pour le reste des acéphales, je ne puis que citer deux ou trois espèces dont nous avons déjà fait un commencement d'étude. Beaucoup d'autres se retrouvent dans les deux bassins, mais, comme elles ne sont pas encore décrites, je ne puis les citer pour le moment, et je me réserve d'en donner plus tard une liste complète. Les seules que je puisse indiquer maintenant sont :

- Trigonia aliformis*, Park.
— *ornata*, d'Orb.

Mytilus subsimplex, d'Orb.

Pinna Robinaldina, d'Orb.

Ostrea harpa, Goldf.

Toxaster oblongus (Deluc), Ag.

ÉTAGE URGONNIEN. — Immédiatement au-dessous de la marne jaune (h) se trouve, à la perte du Rhône, une assise peu épaisse de calcaire jaune-roussâtre qui présente des fossiles urgoniens, et en particulier le *Pterocera pelagi* (Brong.), d'Orb., qui a donné à la couche le nom de calcaire à Ptérocères. En dessous, on ne rencontre plus sur une grande épaisseur que des alternances de calcaire gris dur et de calcaire blanc friable : c'est le vrai calcaire à Caprotines, caractérisé par la *Caprotina ammonia* (Goldf.), d'Orb., et le *Radiolites neocomiensis*, d'Orb. Ces deux assises réunies forment l'étage urgonien, qui s'étend jusqu'au pied de la montagne de Châtillon-de-Michaille, où ses couches sont relevées.

A Neuchâtel, au contraire, et tout le long du Jura, jusqu'au delà du Maurmont (1), cet étage est formé de calcaires jaunâtres assez puissants, et contenant une faune analogue à celle de la perte du Rhône, mais beaucoup plus riche en espèces. Voilà pour le bassin méditerranéen. Quant au bassin de la Seine, cet étage y manque-t-il complètement, ou est-il représenté par des couches d'une tout autre nature ? C'est ce que nous allons examiner.

M. Alc. d'Orbigny (2) a indiqué l'argile ostréenne comme tenant lieu, dans le bassin de la Seine, des calcaires urgoniens ; mais cette assimilation n'est pas acceptable ; car, comme l'a fort bien montré M. Cornuel par ses listes de fossiles, la faune de l'argile ostréenne diffère fort peu de celle du calcaire à Spatangues, et, comme nous le verrons plus loin, toutes deux se rapportent au niveau des marnes bleues d'Hauterive. Il ne reste donc plus que les couches nos 8, 9, 10 et 11 qui puissent représenter à Vassy l'étage urgonien, si réellement il y existe. Une découverte récente de M. Tombeck (3) vient de jeter un nouveau jour sur cette question. M. Tombeck a trouvé dans le fer oolitique n° 11, immédiatement recouvert par la couche rouge, une couche remplie de coquilles d'eau douce : *Unio Cornueliana*, d'Orb. (*Unio Martini*, olim), Cy-

(1) E. Renevier. — *Note sur le terrain néocomien qui borde le pied du Jura de Neuchâtel à la Sarraz.* — *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. III, p. 261, 1853.

(2) *Cours élémentaire de paléontologie*, etc., t. III, p. 606, 1852.

(3) *Lettre de M. Cornuel.* — *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 47, 1854.

clas, *Paludina*, *Bulimus*? Il est donc plus que probable que pendant l'époque urgonienne la contrée des environs de Vassy avait momentanément cessé d'être recouverte par les eaux de la mer, et que des lacs de plus ou moins d'étendue servaient d'habitation aux mollusques d'eau douce que je viens de citer. Ainsi s'expliquerait l'absence, dans le bassin de la Seine, de la faune urgonienne marine. Le fer oolitique n° 11 serait donc de cette façon le vrai représentant de l'étage urgonien. Le n° 10 paraît uni au précédent, et quant aux n°s 3 et 8, leur manque de fossiles ne me permet d'émettre aucune opinion sur leur âge.

ÉTAGE D'HAUTERIVE ou *étage néocomien moyen*. — J'ai déjà dit que l'argile ostrécenne et le calcaire à Spatangues ont une faune presque identique, et que cette faune est l'analogue de celle d'Hauterive. C'est ce que prouve le grand nombre d'espèces qui se rencontrent également dans les deux bassins. A ce même niveau, mais à côté de cette grande analogie, j'ai aussi quelques différences à signaler. Le groupement des espèces dans les étages néocomiens de la Suisse, et des environs de Vassy, est une preuve manifeste des différences d'association que présentent les fossiles dans des bassins différents. En effet, nous trouvons déjà dans le calcaire à Spatangues du bassin de la Seine, au milieu des nombreux fossiles qui caractérisent également ce niveau dans le Jura suisse, un certain nombre d'espèces, qui, dans le bassin méditerranéen, font leur première apparition à l'époque urgonienne, ou tout au moins y atteignent leur maximum, tandis qu'elles sont excessivement rares dans l'étage d'Hauterive. D'autres font même défaut à l'étage urgonien, et ne commencent à vivre dans le bassin méditerranéen qu'à l'époque rhodanienne. C'est ainsi que les *Rhynchonella lata* (Sow.), d'Orb., et *Terebratula semi-striata*, Defr., qui abondent à Bettancourt-la-Ferrée, à Vassy et à Marolles (Yonne), sont excessivement rares en Suisse, dans l'étage d'Hauterive (la présence de la *R. lata* y est même encore fort douteuse), tandis que la seconde n'y est pas rare dans les couches urgoniennes, et que la première y est très commune dans les trois étages urgonien, rhodanien et aptien. Le *Pterocera pelagi* (Brong.), d'Orb., est également assez fréquent dans le calcaire à Spatangues de Vassy; à la perte du Rhône, au contraire, il fait sa première apparition à l'époque urgonienne, et se poursuit de là dans l'étage rhodanien de Sainte-Croix et de la Presta (val de Travers). Enfin un certain nombre d'espèces qui, dans le bassin de la Seine, font également partie de la faune du calcaire à Spatangues, et de celle de la couche rouge, ne se montrent dans le bassin méditerranéen que pendant l'époque

rhodanienne. Ce sont, par exemple : *Rostellaria Robinaldina*, d'Orb.; *Arcopagia subconcentrica*, d'Orb.; *Venus vendoperana* (Leym.), d'Orb., *Astarte laticosta*, Desh., etc.

ÉTAGE VALANGINIEN ou *étage néocomien inférieur*. — Il serait possible que ce terrain, qui jusqu'ici n'a été étudié qu'en Suisse, eût aussi son représentant dans le bassin de la Seine. M. Tombeck a trouvé récemment aux environs de Vassy, dans la marne argileuse noirâtre n° 1 de M. Cornuel, une faune qui semble différer notablement de celle du calcaire à Spatangues, et se compose en partie d'espèces non encore décrites. Peut-être est-elle l'analogue de celle de l'étage inférieur du groupe néocomien, que M. Desor va publier bientôt. Ce n'est, comme on le voit, qu'une présomption, et je dois même dire que je n'y ai reconnu aucune des espèces les plus habituelles dans l'étage valanginien de la Suisse, telles que les Nérinées, ou le *Pygurus rostratus*, Ag. Je ne donne donc ce rapprochement que comme une simple supposition, basée sur les caractères stratigraphiques seuls, et que l'étude de la faune viendra confirmer ou détruire. Quant aux couches n°s 2, 3 et 4, la première se lie intimement au n° 1, et les deux autres, par leur manque absolu de fossiles, excluent toute possibilité de comparaison.

Je dois, en terminant, répondre à quelques objections qui m'ont été faites, sur la signification que je donne au mot *étage*. Quand je me sers des dénominations de *groupe* et d'*étage*, je leur accorde la même valeur que celle qui leur est donnée par M. d'Archiac, dans le t. IV de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

Je nomme *étage* un groupe de couches intimement reliées entre elles par leur faune, c'est-à-dire qui ont le plus grand nombre de leurs espèces communes. Mais je ne prétends point donner à cette désignation un caractère absolu et universel; au contraire ce sont plutôt des étages locaux, comme ceux de M. Barrande, mais locaux dans la plus grande extension du mot, puisque je les retrouve presque identiques dans le bassin méditerranéen et dans celui de la Seine.

Je nomme *groupe* une série d'étages qui ont entre eux une analogie plus grande qu'avec ceux qui les suivent ou les précèdent, soit par le plus grand nombre des espèces qui passent de l'un à l'autre, soit par la plus grande ressemblance des formes. Il s'ensuit que les groupes doivent être beaucoup plus constants dans le sens horizontal, mais leur composition sera sujette à varier dans des localités éloignées, car tel étage pourra, par ses analogies paléontologiques, faire partie du groupé inférieur dans un bassin,

tandis que les changements qu'aura subis sa faune dans un autre bassin le feront réunir dans ce dernier au groupe supérieur. C'est ainsi que je ne suis point encore décidé où je dois placer la limite entre le groupe néocomien et celui du gault, car les étages aptien et rhodanien sont bien plus voisins du gault, dans les environs de la perte du Rhône, qu'ils ne le sont dans le bassin de la Seine.

Quant au mot de *terrain*, je m'en sers avec M. d'Omalius (1) pour désigner indifféremment des divisions de tout ordre, car des couches, des étages ou des groupes sont également des *terrains*.

Étude stratigraphique du terrain nummulitique des Alpes vaudoises et valaisannes, par M. E. Renevier.

Dans une précédente séance, M. Lory (2) a entretenu la Société de la configuration des dépôts nummulitiques du département des Hautes-Alpes; c'est à mon tour maintenant à reprendre, pour ce qui concerne les Alpes de la Suisse occidentale, la question stratigraphique qui n'a été qu'indiquée dans le travail paléontologique que j'ai publié en collaboration avec M. Hébert (3). Dans ce mémoire, nous signalions des localités où les couches nummulitiques sont inférieures à la couche dont nous décrivions la faune, et d'autres, au contraire, où cette dernière couche est inférieure aux assises à Nummulites. Une grande incertitude régnait encore sur la stratigraphie de ce terrain. M. Lory est venu éclaircir la question pour ce qui concerne nos localités françaises; je vais essayer d'en faire autant pour ceux de nos gisements qui appartiennent aux Alpes suisses. C'est dans une excursion que j'y ai faite pendant l'été, que j'ai recueilli les matériaux de cette note. Malheureusement, quoique j'eusse choisi pour ma course la saison la plus favorable pour ces sortes d'expéditions, c'est-à-dire le milieu d'août, la neige fraîchement tombée a mis obstacle à la visite que je comptais rendre de nouveau à l'intéressante localité des Diablerets. Je ne pourrai donc ajouter aucun détail nouveau sur ce gisement; mais l'étude détaillée que j'ai pu faire d'autres localités, telles que l'Econellaz et la Cordaz, combleront en partie cette lacune. A l'ÉCOUELLAZ, je n'ai pas pu rencontrer la couche à Cérîtes, quoique j'aie parcouru

(1) D'Omalius d'Halloy. — *Abrégé de géologie*, p. 245, 1853.

(2) *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 17, 1854.

(3) *Description des fossiles du terrain nummulitique*, etc., 1854.

— Extrait du *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère*, 2^e sér., t. III.

cette montagne à diverses reprises. Le terrain nummulitique y est composé de calcaire gris-noirâtre rempli de *Nummulites Ramondi*, Defr., var. *d.* et de *N. garansiana*, Joly et Leym., alternant avec des calcaires de même couleur, dénués de fossiles, ou contenant seulement quelques polypiers. Les couches se présentent dans deux positions différentes : 1° dans la position presque normale, c'est-à-dire un peu inclinées au N.-E. ; c'est ce qui se voit sur toute la montagne de l'Écouellaz proprement dite ; 2° redressées verticalement ou plutôt renversées sur elles-mêmes, et recouvertes par les terrains plus anciens, c'est-à-dire par le gault et les étages aptien, rhodanien, urgonien, etc. ; c'est ce qu'on observe tout le long de la chaîne qui sépare le canton de Vaud de celui du Valais, depuis le Pas de-Chevillon jusqu'au sommet de l'Écouellaz.

A la CORDAZ, au contraire, on ne rencontre les couches que dans leur situation normale, c'est-à-dire assez fortement inclinées vers le N.-N.-E. En se dirigeant depuis l'Écouellaz, du côté de Bex et de la Dent-du-Midi, on suit la bande nummulitique toujours superposée au gault, et d'une composition toujours la même, jusqu'à la localité des Essets, où je n'ai pas pu davantage retrouver la couche à Cérithes. Si l'on continue à suivre dans la même direction l'affleurement nummulitique, on arrive au gisement des grosses Natices de la Cordaz. Ici la composition du terrain se complique par l'intercalation de nouvelles couches, mais les relations stratigraphiques restent toujours les mêmes. En faisant une coupe en travers de la montagne de la Cordaz, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de l'affleurement des couches nummulitiques, on se rend parfaitement compte de cette disposition.

Au pied de l'escarpement, du côté des chalets de l'Avare, on voit un calcaire sans fossiles, faisant probablement partie des terrains jurassiques ; au-dessus vient l'étage d'Hauterive, ou néocomien moyen avec le *Toxaster complanatus* (Gmel.), Ag. ; il atteint une grande épaisseur et est recouvert à son tour par le calcaire blanc urgonien avec la *Caprotina ammonia* (Goldf.), d'Orb., qui forme l'arête supérieure de la montagne de la Cordaz. En arrière de cette arête, on rencontre l'étage rhodanien, avec *Toxaster oblongus* (Deluc), Ag., et *Orbitolites lenticulata* (Lmk.), Brong., puis, au-dessus de lui, formant un petit vallon, l'étage aptien, sous forme de grès verdâtre, et enfin le gault qui constitue de nouveau une petite arête. Tout le reste de la pente N.-N.-E. de la montagne est formé de terrain nummulitique.

Immédiatement au-dessus du gault vient une couche brunâtre qui n'atteint pas même un mètre d'épaisseur, et dans laquelle se

trouvent de petites Nummulites rares et mal conservées que M. d'Archiac a déterminées comme *N. Ramondi*, Defr., var. *d.* Cette assise est recouverte par la couche à grosses Natices, identique avec la couche à Cérîtes des Diablerets, et présentant tous les fossiles que nous avons cités avec M. Hébert (1), comme provenant du gisement de la Cordaz. Les couches qui reposent sur cette assise contiennent de nouveau quelques Nummulites, et avec elles des polypiers et trois espèces d'échinodermes appartenant aux genres : *Eupatagus*, *Scutellina* et *Echinocyamus*. D'après la détermination de M. Desor, la première est très probablement l'*Eupatagus elongatus*, Ag.; quant aux deux autres, je n'ai pas trouvé jusqu'ici d'échantillons assez complets pour autoriser une détermination spécifique. Plus haut, les couches continuent à avoir le même aspect minéralogique, mais les oursins deviennent plus rares. On les trouve alors dans le vrai calcaire à Nummulites, exactement semblable à celui des Essets et de l'Écouellaz.

La faune de cette assise se compose : 1° d'un certain nombre de mollusques, pour la plupart différents de ceux de la couche à Cérîtes et parmi lesquels la *Turritella imbricata*, Lmk., est une des espèces les plus fréquentes ; 2° des oursins que je viens de citer ; 3° de plusieurs polypiers identiques avec ceux de la couche à Cérîtes ; et enfin de Nummulites au nombre de trois espèces ou peut-être même davantage. Parmi ces dernières, celles qui sont les plus abondantes, celles qui, en certains endroits, forment, pour ainsi dire, la roche tout entière, sont les *N. Ramondi*, Defr., var. *d.* et *N. garansiana*, Joly et Leym. La présence de cette dernière espèce, qui n'a été trouvée jusqu'ici qu'à la partie supérieure des sables de Fontainebleau (Gaas), vient confirmer l'analogie que présente la faune de la couche à Cérîtes avec celle de l'étagetongrien (2). Avec ces deux espèces de Nummulites s'en trouve une troisième beaucoup moins fréquente, qui paraît être la *N. contorta*, Desh.

Tous ces fossiles sont, en général, assez mal conservés et permettent rarement une détermination certaine ; j'en ai donné la liste dans ma seconde *Note sur la Géologie des Alpes vaudoises* (3).

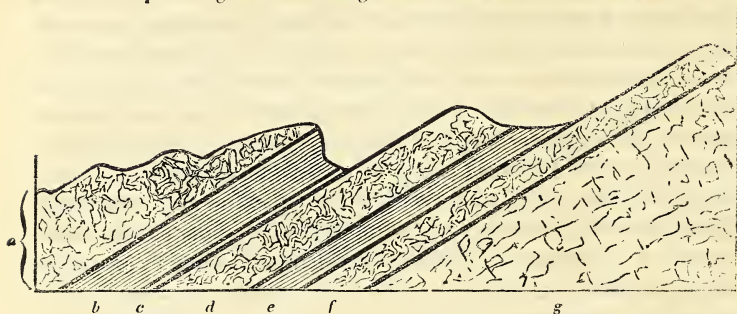
(1) *Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur*, etc., 1854.

(2) Hébert et Renevier. — *Description des fossiles du terrain nummulitique*, etc., p. 82, 1854.

(3) *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. IV, séance du 1^{er} novembre 1854.

La coupe suivante résume les données stratigraphiques que je viens d'énumérer.

Coupe du gisement des grosses Natices de la Cordaz.



a	{ Couche des <i>N. Ramondi</i> et <i>garansiana</i> .	d	Étage du gault.
	{ Nummulites et oursins.	e	— aptien.
b	Couche à grosses Natices.	f	— rhodanien.
c	Couche des <i>N. Ramondi</i> .	g	— urgonien.

Voilà donc réunies sur un seul point les observations en apparence contradictoires qui avaient été faites dans des localités différentes. Comme à Faudon, la couche à Cérîtes repose sur une assise à Nummulites, mais aussi, comme dans le massif de Chaillol, la plus grande épaisseur de calcaire à Nummulites se trouve supérieure à la couche à Cérîtes (1). Une différence cependant reste à signaler, c'est que, dans les environs de Gap, la *N. Ramondi*, Defr., var. *d.*, est remplacée par la *N. striata* (Brug.), d'Orb. Cette dernière espèce n'a encore été rencontrée que sur un seul point des Alpes vaudoises, savoir : au Perriblan (montagne d'Argentine).

Il ne peut donc rester aucune incertitude sur la position relative des Nummulites et de la couche à Cérîtes ; cette dernière est bien réellement intercalée entre deux niveaux de Nummulites de même espèce, et ne peut plus en être distinguée que comme un facies local.

Le terrain nummulitique se continue tout le long de la montagne d'Argentine jusqu'au Perriblan, au-dessus de Bovonnaz. En poursuivant dans la même direction, on le retrouve près de la Dent-Rouge, et, plus loin, vers le sommet des Dents-de-Morcles, au-dessus de la vallée du Rhône.

DENT DU MIDI. — Les observations qui vont suivre sont dues à

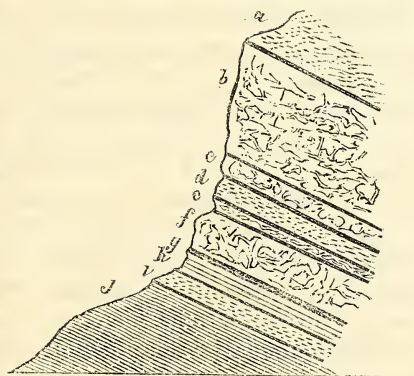
(1) Lory. — *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 17. 1854.

une autre course que j'ai faite avec mon ami M. Ph. de La Harpe. Nous avons fait ensemble une étude détaillée de la chaîne de la Dent du Midi; ce travail paraîtra prochainement dans le *Bulletin* de la Société vaudoise des sciences naturelles. Pour le moment, je ne veux qu'en extraire ce qui a rapport au terrain nummulitique, afin de compléter l'étude stratigraphique de ce terrain dans les Alpes de la Suisse occidentale.

Quoique séparée par la vallée du Rhône des montagnes dont je viens de parler, la Dent du Midi n'en est pas moins orographiquement et géologiquement la continuation de la même chaîne. Mais ici les couches sont bien plus bouleversées. Nous avons vu à l'Ecouellaz des couches légèrement renversées, mais encore rapprochées de la station verticale; à la Dent du Midi, au contraire, les couches sont à la lettre renversées sens dessus dessous, de façon que, sans l'inversion de la série des étages, on les croirait légèrement inclinées du N.-O. au S.-E.

Le cirque de CÉLAIRE est la première localité où nous ayons pu étudier en détail la succession des couches, et en particulier le terrain nummulitique qui s'y trouve mieux représenté que dans le reste de la chaîne. Ce cirque est situé immédiatement au-dessous du sommet de la Dent du Midi, vis-à-vis de Champéry (val d'Illiers). Voici la coupe de la partie inférieure des rochers qui forment ce cirque.

Coupe du cirque de Célaire.



a Étage d'Hauterive.
b — urgonien.
c — rhodanien.
d — aptien.
e Gault.

f Seeverkalk?
g Anthracite.
h Couche à Cérîtes.
i — à Nummulites.
j Schistes.

Comme on le voit, le terrain nummulitique est situé au-dessous de la série crétacée, et repose sur des schistes sans fossiles que beaucoup de géologues placeraient dans le flysch, et que pour moi je laisse tout à fait indéterminés. En dessous, mais géologiquement au-dessus du gault, se voit une assise calcaire d'environ 30 mètres d'épaisseur, dans laquelle nous n'avons trouvé aucun fossile, et qui, si elle n'est pas nummulitique, occuperait la place du seewerkalk du nord de la Suisse et de la Savoie. Au contact de cette assise se trouve une couche de combustible d'aspect anthraciteux, comme celui qui accompagne la couche à Cérîtes des Diablerets. Puis vient un calcaire jaunâtre d'environ 2 mètres d'épaisseur. C'est à partir de cette assise que commence la couche à Cérîtes sous forme de calcaire schisteux noirâtre, qui se divise en trois niveaux, le plus ancien contenant plus particulièrement les bivalves (*Cyrena convexa* (Brong.), Héb. et Rny.; *Cytherca Vilanovæ*, Desh.; etc.), le suivant plus riche en gastéropodes (*Turritella imbricataria*, Lk.; *Cerithium plicatum*, Brug.; *C. trochleare*, Lk.), et enfin, le troisième plus calcaire, qui ne contient presque que la Turritelle dont il est, pour ainsi dire, pétri. Enfin, entre ces couches et les schistes sans fossiles, se trouve une assise calcaire beaucoup plus puissante, très pauvre en fossiles, mais dans laquelle j'ai cependant pu constater la *N. Ramondi*, DeFr.

Le terrain nummulitique se continue dans sa même position tout le long de la chaîne jusque vis-à-vis des chalets de Berroix, et jusqu'au col des Ruvinaneires, sur la frontière de Savoie.

Vis-à-vis de BERROIX, au passage de la Bédaz qui conduit au riche gisement de gault du creux de Bossetan, les couches nummulitiques, quoique toujours renversées et recouvertes par le gault, sont cependant beaucoup plus rapprochées de la verticale, et au col des Ruvinaneires, elles sont parfaitement verticales. Si l'on continue à les suivre en Savoie, on les voit s'incliner graduellement, mais en sens inverse, du S.-E. au N.-O.; elles sont alors dans leur position normale, et reposent sur le gault. Ce changement d'inclinaison des couches se voit également bien, si, au lieu de les suivre horizontalement jusqu'en Savoie, on fait l'ascension du creux de Bossetan en passant par la Bédaz. On rencontre d'abord, dans l'ordre renversé, les différents étages crétacés, reposant sur le terrain nummulitique, savoir : le gault, puis les étages aptien, rhodanien, urgonien, et enfin l'étage d'Hauterive, caractérisé par une grande abondance de *Toxaster complanatus* (Gmel.), Ag. Puis on voit les couches de ce dernier terrain faire voûte, c'est-à-dire passer à la verticale, puis s'incliner en sens inverse,

et enfin redevenir horizontales. On retrouve alors au-dessus d'elles les étages urgonien, rhodanien, aptien, et enfin le gault, lorsqu'on est arrivé au creux de Bossetan, puis un peu plus loin, au col de Bossetan, on rencontre de nouveau le terrain nummulitique incliné assez fortement et presque parallèlement à sa direction précédente.

On voit donc par là que la chaîne de la Dent du Midi n'est, pour ainsi dire, que le résultat d'un plissement, mais d'un plissement gigantesque, puisqu'il s'étend sur une longueur de plus de 6 lieues et une hauteur de 2,000 mètres.

A la Bédaz et au col de Bossetan, le terrain nummulitique est très pauvre en fossiles, et ne présente rien de bien remarquable, mais aux Ruvinaneires la couche à Nummulites présente un beau développement. Les foraminifères y sont bien plus nombreux en espèces et bien mieux conservés qu'à la Cordaz et aux Essets. Nous y avons trouvé, M. de La Harpe et moi, les espèces suivantes que M. d'Archiac a bien voulu déterminer :

Nummulites Ramondi, Defr., var. *d.*

— *contorta*?, Desh.

Orbitolites submedia, d'Arch.

— *stellata*, d'Arch.

Operculina ammonica, Leym.

et en outre des bivalves indéterminables, telles que *Pecten*, *Ostrea*, etc., et des bryozoaires.

M. Ebray demande quel est le nombre des espèces d'après lesquelles M. Renevier a cru devoir créer le nouveau nom d'étage rhodanien.

M. Renevier répond qu'il a rencontré près de 80 espèces caractéristiques de l'étage rhodanien.

Séance du 8 janvier 1855.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Alphonse PARRAN, ingénieur des mines et professeur à l'École de Saint-Étienne (Loire), présenté par MM. le baron d'Hombres-Firmas et le marquis de Roys.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, décembre 1854.

De la part de MM. le vicomte d'Archiac et Jules Haime, *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde, précédée d'un résumé géologique et d'une monographie des Nummulites*, in-4, seconde livraison. Paris, 1854, chez Gide et Baudry.

De la part de M. A. Viquesnel, *Planches 6 et 21 de l'itinéraire de son Voyage dans la Turquie d'Europe en 1847*.

De la part de M. Alexis Perrey :

1^o *Note sur les tremblements de terre ressentis en 1853* (extr. du t. XXI, n^o 6 des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*), in-8, 39 p.

2^o *Documents relatifs aux tremblements de terre au Chili* (extr. des *Annales de la Soc. Imp. d'agric., d'hist. nat. et des arts utiles de Lyon*, 1854), in-8, 206 p. Lyon, 1854, chez Barret.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 25 et 26; — 1855, 1^{er} sem., t. XL, n^o 1.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. VIII, n^o 47, novembre 1854.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 7^e année, n^o 74, octobre 1854.

L'Institut, 1854, nos 1094 et 1095; — 1855, n^o 1096.

The Athenæum, 1854, nos 1417 et 1418; — 1855, n^o 1419.

Revista minera, 1854, n^o 110; — 1855, n^o 111.

M. d'Archiac présente, au nom de M. J. Haime et au sien, la seconde livraison de la *Description des animaux fossiles du*

groupe nummulitique de l'Inde, qui renferme les mollusques bryozoaires, acéphales, gastéropodes et céphalopodes, quelques annélides et quelques crustacés; puis un appendice assez étendu, un résumé général et un tableau où sont énumérées et rangées zoologiquement toutes les espèces connues jusqu'à ce jour (1). Cette faune se compose de 415 espèces, plus 50 variétés bien caractérisées, en tout 465 formes distinctes, dont 352 sont représentées sur les planches jointes à l'ouvrage.

Quoique le plus grand nombre d'entre elles appartienne à la région occidentale, celle du Sindé et du Béloutchistan, les espèces qui proviennent du Penjab, de la province de Simla, des hautes vallées situées au nord de l'Himalaya et du Bengale oriental, établissent suffisamment la contemporanéité des dépôts sur cette vaste étendue de pays. 36 de ces espèces retrouvées sur la côte orientale de l'Arabie, dans le nord de la Perse, l'Arménie, l'Asie Mineure, la haute Syrie ou dans le nord de l'Égypte, prouvent aussi la présence de ces mêmes dépôts dans ces directions, comme 69 autres ou 1/6^e du total les rattachent incontestablement à ceux de l'ouest et du sud de l'Europe.

La comparaison de ces 69 espèces identiques, aux deux extrémités de la zone asiatico-européenne, montre encore que dans chaque classe leur nombre est très différent et décroît à mesure qu'elles appartiennent à des animaux plus élevés, de telle sorte que le synchronisme des couches est particulièrement établi par les rhizopodes et les polypes zoanthaires, dont plus de la moitié des espèces sont communes. Les Nummulites forment à elles seules un septième du total de ces espèces communes.

Enfin, M. d'Archiac fait remarquer la concordance de l'esquisse donnée dans la première livraison des caractères et de la répartition des dépôts nummulitiques de cette partie de l'Asie, avec ce qu'a tracé M. Greenough sur la grande carte géologique et physique du même pays publiée très récemment.

(1) La première livraison, publiée au mois de mai 1853, comprenait une *monographie complète des Nummulites*, un *résumé géologique*, puis l'étude des *rhizopodes*, des *polypes zoanthaires* et des *échinoïdes de l'Inde*. Voyez *Bulletin*, 2^e sér., vol. X, p. 378. 1853.

Récapitulation du tableau de la faune nummulitique de l'Inde.

CLASSES et ORDRES.	Nombre des genres.		Nombre des espèces.		Espèces nouvelles.		Espèces propres.		Variétés.		Espèces indéterminées.		1 ^{re} région.		2 ^e région.		3 ^e région.		4 ^e région.		Espèces communes aux régions 1 et 2.		Espèces communes aux régions 1 et 5.		Espèces communes aux régions 1 et 4.		Espèces communes aux régions 5 et 4.		Espèces communes à d'autres parties de l'Asie ou à l'Égypte.		Espèces communes à l'Europe occidentale et méridionale.	
RHIZOPODES (foraminifères).	9	52	12	12	1	1	50	9	5	7	8	1	6	2	17	17																
POLYPES, zoanthaires, . . .	11	17	4	6	»	»	17	»	»	»	»	»	»	»	4	11																
ESCHINODERMES, échinoides.	17	42	25	57	2	1	41	1	»	»	»	»	»	»	2	5																
MOLLUSQUES, bryozoaires, . .	6	7	6	6	»	»	6	2	»	»	1	»	»	»	»	1																
— acéphales, . . .	28	152	64	102	26	15	97	11	25	5	5	1	»	»	7	41																
— gastéropodes . . .	59	172	81	129	21	19	154	20	22	4	6	4	»	»	8	25																
— céphalopodes. . .	1	4	4	4	»	»	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»																
ANNÉLIDES.	1	4	2	3	»	»	4	»	»	»	»	»	»	»	1	1																
CRUSTACÉS.	2	5	1	3	»	»	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»																
POISSONS.	1	1	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»																
REPTILES.	1	1	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»																
Totaux.	116	415	197	502	50(1)	58	356	44	49	16	18	6	6	2	56	69																

M. de Brimont, trésorier, présente l'état de la caisse au 31 décembre 1854.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1853. 3,743 fr. 35 c.

La recette, du 1^{er} janvier au 31 décembre

1854, a été de 20,721 40

Total. 24,464 75

La dépense, du 1^{er} janvier au 31 décembre

1854, a été de 20,960 05

Il reste en caisse au 31 décembre 1854. 3,504 fr. 70 c.

La Société adopte successivement les nominations que le Conseil a faites pour 1855 dans les diverses Commissions.

(1) Lorsqu'une variété se trouve seule dans une région, c'est-à-dire sans le type, elle y est comptée comme espèce.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1^o *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier la gestion du Trésorier : MM. GRAVES, DAMOUR, VIKESNEL.

2^o *Commission des archives*, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste : MM. HÉBERT, BELGRAND, DE LA ROQUETTE.

3^o *Commission du Bulletin* : MM. le vicomte d'ARCHIAC, VIKESNEL, DELESSE.

4^o *Commission des Mémoires* : MM. DESHAYES, Ch. S.-C. DEVILLE, le baron DE BRIMONT.

On procède à l'élection du Président pour l'année 1855.

M. ÉLIE DE BEAUMONT, ayant obtenu 71 suffrages sur 123 votes, est élu Président pour l'année 1855.

La Société nomme successivement :

Vice-Présidents : MM. VIKESNEL, le baron DE BRIMONT, GRAVES, DESHAYES.

Trésorier : M. le marquis DE ROYS.

Membres du Conseil : MM. DELESSE, le vicomte d'ARCHIAC, BARRANDE, BAYLE, MICHELIN, Charles d'ORBIGNY.

Il résulte de ces nominations que le Bureau et le Conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1855 :

Président.

M. ÉLIE DE BEAUMONT.

Vice-Présidents.

M. VIKESNEL,
M. le baron DE BRIMONT,

M. GRAVES,
M. DESHAYES.

Secrétaires.

M. Albert GAUDRY,
M. Jules HAIME.

Vice-Secrétaires.

M. Ed. COLLOMB,
M. Paul MICHELOT.

Trésorier.

M. le marquis de ROYS.

Archiviste.

M. CLÉMENT-MULLET.

Membres du Conseil.

M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,	M. DELESSE,
M. d'OMALIUS D'HALLOY,	M. le vicomte d'ARCHIAC,
M. DELAFOSSE,	M. J. BARRANDE,
M. DE VERNEUIL,	M. BAYLE,
M. LEVALLOIS,	M. MICHELIN,
M. WALFERDIN,	M. Charles d'ORBIGNY.

*Séance du 15 janvier 1855.*PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL, *vice-président*.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

BONNET, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé de la voirie de Lyon, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Viquesnel et le baron de Brimont ;

Eugène DURVELL, docteur en médecine, à Guebwiller (Haut-Rhin), présenté par MM. Kœchlin Schlumberger et Ed. Collob ;

DE HAGENOW, docteur en droit, à Greifswald (Poméranie prussienne), présenté par MM. Michelin et Barrande.

M. DE WEGMANN, ancien membre, rue de Clichy, 45, à Paris, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. E. Jacquot :

1^o *Études géologiques sur le bassin houiller de la Sarre, faites en 1847, 1848 et 1850*, in-8, 271 p., 1 carte, 3 pl. Paris, 1853, Impr. impér.

2^o *Esquisse géologique et minéralogique de la Moselle* (extr. de la *Statistique générale de ce département*), in-8, 136 p., 1 carte, 2 pl. Metz, 1854, chez Pallez et Rousseau.

3^o *Quelques observations géologiques sur la disposition des masses minérales dans le département de la Moselle*, in-8, 9 p. Metz, 1854, chez Rousseau-Pallez.

De la part de M. Kœchlin Schlumberger, *Rapport fait au nom du Comité d'histoire naturelle, dans la séance générale du 31 mai 1854, sur le mémoire n° 10, présenté au concours sous le titre de : Aperçu géologique du canton de Guebwiller* (extr. des *Bulletins de la Soc. indust. de Mulhouse*), in-8, 57 p. Mulhouse, 1854, chez P. Baret.

De la part de M. Hébert, *Mémoire sur des instruments en silex trouvés à Saint-Acheul, près d'Amiens, et considérés sous les rapports géologique et archéologique*, par feu M. le docteur Rigollot, in-8, 46 p., 6 pl. Amiens, 1854, chez Duval et Herment.

De la part de M. Edward Forbes, *Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the 17th of february 1854*, in-8, 65 p. London, 1854, Taylor and Francis.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, n° 2.

L'Institut, 1855, n° 1097.

The Athenæum, 1855, n° 1420.

M. le Président dépose sur le bureau la 1^{re} partie du tome V des *Mémoires de la Société*.

Le secrétaire donne lecture d'une lettre par laquelle Son Excellence le Ministre de l'instruction publique et des cultes annonce qu'il a alloué à la Société géologique une subvention de 1000 francs pour 1855, pour contribuer à l'impression de l'*Histoire des progrès de la géologie*, par M. le vicomte d'Archiac.

La Société charge M. le Président de transmettre l'expression de sa reconnaissance à Son Excellence.

M. Viquesnel donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée par M. Ami Boué :

« Je prends la liberté de combattre l'opinion d'un de nos confrères qui jouit à juste titre d'une grande autorité dans la science. M. d'Omalius a soutenu (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 80, 1853) *qu'il ne s'est point formé de cratère avant la période quaternaire*. Pour quiconque regarde les lois fondamentales du monde comme immuables, cette proposition est inacceptable. D'après le langage des anciens, le feu et l'eau ont donné lieu à certains phénomènes, dès le moment où le globe a été produit, et cette série de résultats modifiés suivant les circonstances accessoires s'est continuée jusqu'à nous.

» Mais, dira-t-on, peut-être autrefois les effets volcaniques étaient tout autres? Ce n'étaient que des éjaculations dans des fentes, des poussées pâteuses ou des volcans sous-marins. Il n'en est rien. Dès les premiers temps géologiques, les îles ont dû avoir des volcans, comme nous voyons encore actuellement s'en former dans l'Océanie. L'analogie ou la marche du connu à l'inconnu nous en donne l'assurance. Moins la croûte terrestre était épaisse, moins elle était refroidie et plus il devait y avoir de volcans. D'une autre part, il est tout naturel que si de nos jours nous voyons disparaître des cratères, ou des cônes de scories s'écrouler ou être enlevés par diverses causes, des destructions semblables ont pu à *fortiori* atteindre les cratères d'ancienne date. En cela, comme en bien d'autres choses, nos anciens en savaient presque plus long que nous, lorsqu'ils parlaient de volcans là où nous ne voyons actuellement que des massifs de roches plutoniques ou volcaniques, des îlots isolés de trapp, de basalte ou de trachyte. Les matières légères amoncelées autour des cratères ont servi à former par la voie neptunienne une grande masse des roches stratifiées anciennes, quoiqu'il y en ait d'autres qui n'ont pu être le produit d'éjaculations.

» Je vais plus loin, et je crois avec certains savants du siècle passé qu'on peut encore reconnaître çà et là la place d'un certain nombre de ces anciens volcans. Les localités volcaniques se trouveraient, pour moi, dans les régions granitiques, syénitiques, porphyriques, trappéennes, basaltiques et trachytiques. Si je crois les reconnaître en général dans les roches non stratifiées, je ne voudrais pas les exclure tout à fait du milieu de celles qui sont stratifiées. Les cratères de soulèvement de ces dernières viennent compliquer le problème, comme les cratères d'écroulement pour les autres. En remontant dans les temps géologiques, on pourrait trouver à rendre probable l'existence de cratères, dans diverses localités, jusqu'au commencement de l'époque secondaire et même

peut être jusqu'au-delà de la période houillère. L'âge de beaucoup de ces anciennes bouches volcaniques reste indéterminé. Si c'étaient des trous volcaniques sous-marins, ils auraient été remplis de quelque chose ou au moins d'alluvions, de cailloux roulés; il n'y a que des débris anguleux des roches voisines.

» D'une autre part, je suis convaincu que M. d'Omalius modifierait son opinion, si je pouvais le faire voyager, par exemple, en Hongrie et en Transylvanie, où certains massifs trachytiques offrent encore des cratères parfaits. Dans ce cas serait celui du lac Saint-Anne dans le pays des Szeklers : un profond entonnoir, aussi beau que celui du Vésuve lorsqu'il n'est pas plein, mais bien plus grandiose. C'est lui qui a couvert le pays de ponces qui, tombées dans les lacs, se sont déposées en couches et enveloppent des bois fossiles. Certes, ces dépôts ne sont pas quaternaires, mais bien tertiaires, et ils se trouvent aussi bien autour de la bouche qui les a vomies qu'au pied de ces montagnes dans la vallée de la Mardsch. Cette proposition est aussi évidente que celle suivant laquelle ces montagnes et leurs bouches sont restées étrangères à la production des énormes masses d'agglomérats trachytiques qui s'étendent en montagnes au N. et N.-O. des premières. Ce cratère n'a pu être détruit parce qu'il est fermé de tous côtés. Le cirque presque encore complet de Gleichenberg, en Styrie, serait un autre exemple : entouré de trachytes et d'agglomérats de cette nature, sa bouche ancienne est occupée par le terrain argileux, d'où sourdent les sources acidules, salines et ferrugineuses. C'est un îlot volcanique au milieu d'un terrain tertiaire postérieur à l'éocène. Et les monts Euganéens ont-ils été produits sans cratères, ou seulement dans l'époque quaternaire? Les grands lacs d'Albers, de Bolsena, Bracciano, Wan, etc., appartiennent-ils encore à cette période? Je m'arrête pour prévenir la distinction entre trou ouvert de bas en haut et trou formé de haut en bas. »

M. d'Omalius répond que les faits invoqués par M. Boué ne suffisent pas pour lui faire admettre l'existence, avant la période quaternaire, de volcans semblables à ceux de la période actuelle. Ne pensant pas, comme M. Boué, que les éjaculations des porphyres et des trachytes se soient opérées de la même manière que celles de nos produits volcaniques, et que les cratères auxquels ces éjaculations auraient donné lieu aient pu être entièrement détruits s'ils avaient existé, M. d'Omalius n'abandonnera son opinion sur le peu d'ancienneté des volcans, que

quand on lui aura donné la preuve que cette opinion n'est pas fondée.

M. Boué cite un lac de Transylvanie comme représentant un cratère de l'époque tertiaire, et par lequel seraient sorties les ponces qui couvrent la plaine environnante ; mais, M. d'Omalus, sans vouloir discuter sur l'ancienneté de l'éjaculation des ponces dont il s'agit, fait observer que les paroles de M. Boué n'annoncent nullement un véritable cratère, placé au milieu d'un cône d'éruption et accompagné de coulées de laves, circonstances qui, pour M. d'Omalus, constituent les caractères essentiels des véritables volcans.

M. Boué cite aussi divers lacs d'Italie ; mais, en supposant que ces lacs représentent de véritables cratères, ce qui n'est pas non plus démontré, ils ne contrarieraient point la thèse que soutient M. d'Omalus, puisque les dépôts dans lesquels se trouvent ces lacs sont généralement considérés comme postérieurs à la période tertiaire.

Quant aux cirques des Alpes, il n'est pas à la connaissance de M. d'Omalus qu'aucun géologue y ait vu la preuve de l'existence d'un véritable volcan.

Enfin, pour ce qui est des volcans de l'Océanie, ils ressemblent à ceux des autres parties de la terre et ne se rapprochent pas davantage des porphyres et des trachytes.

M. Hébert présente un Mémoire de feu le docteur Rigollot, intitulé : *Mémoire sur des instruments en silex trouvés à Saint-Acheul, près d'Amiens, et considérés sous les rapports géologique et archéologique*. M. Hébert insiste sur l'intérêt que présentent les silex taillés de Saint-Acheul. Ces silex ont été blanchis superficiellement ; ils se trouvent dans une couche du département de la Somme, considérée jusqu'à présent comme antérieure à l'apparition de l'homme sur le globe.

M. le marquis de Roys fait observer que les silex taillés deviennent tous, avec le temps, blancs à leur surface. Il a trouvé un de ces silex, portant la trace bien visible de la taille qu'il a subie, et devenu tout à fait blanc. Il l'a recueilli à la surface du sol et au-dessus du *diluvium*, au pied de la montagne de Train, près Moret. M. Lajoie en avait donné plusieurs et des cou-

teaux de sacrifices également de silex, dans la collection de la Sorbonne. Il les avait recueillis dans des ruines d'édifices anciens, autour de la *Fontaine-aux-Fées*, près Lorrez-le-Bocage. Ils étaient aussi plus ou moins recouverts de la même enveloppe blanche.

M. Buteux fait les observations suivantes :

Le terrain où se trouvent les silex travaillés ne saurait provenir d'éboulis ni de dépôts formés anciennement par la Somme. Il est situé sur un des flancs de la vallée, mais dans une partie qui a peu d'inclinaison et à 20 mètres au-dessus du niveau de cette rivière, qui est élevée elle-même, du fond de la vallée, avec la tourbe sur laquelle elle coule, de 4 à 5 mètres. Des hauteurs voisines au fond de la vallée, distance de 1 kilomètre environ, l'inclinaison est elle-même peu considérable.

Le terrain n'a pas été non plus remué ; il ne présente pas de fissures par lesquelles les silex eussent pu s'enfoncer à 4 ou 5 mètres de profondeur. D'ailleurs, le grand nombre qu'on en a trouvé aurait exigé des fissures bien nombreuses. Sauf quelques-uns ressemblant à des poignards, tous les silex travaillés ont une forme ovale aplatie, obtuse à l'une des extrémités plus qu'à l'autre, ne sont pas polis et ne présentent que des cassures concaves.

Si l'on ne peut accorder une confiance complète à la découverte des silex travaillés dans les lieux indiqués, parce qu'elle est attestée seulement par des ouvriers, cependant il est impossible de ne pas être disposé à y ajouter foi, lorsqu'on pense au grand nombre que l'on possède, et qu'autrement il faudrait que les ouvriers allassent les chercher ailleurs où leur découverte offrirait aussi de l'intérêt, mais dont ils ne pourraient apprécier la différence d'importance. Ils en trouvent presque tous les jours et ils les remettent au fur et à mesure, souvent encore entourés de leur gangue blanchâtre.

Si le fait a besoin d'être vérifié pour avoir une valeur scientifique incontestable, en attendant il mérite d'attirer l'attention, à raison de sa grande probabilité.

J'ai regretté que dans la note sur la constitution géologique du terrain, que j'avais remise à M. Rigollot et qui a été imprimée dans son mémoire, on ait omis le commencement de la phrase qui termine la page 32. Son importance me fait un devoir de la rétablir, car elle est relative à d'autres opinions que la mienne. Voici la phrase entière : « Je ne mets pas en doute que tous les géologues qui visiteront les terrains dont il est question dans cette note

ne les regardent comme diluviens, parce qu'on y trouve des ossements d'éléphants, de rhinocéros, etc., et que le limon a été remanié, car il n'est pas pur et vient sans doute des plaines voisines, où il paraît avoir été déposé et où il n'existe plus, soit qu'on observe aussi entre Broy et Albert et près d'Ailly-sur-Noye. Mais, ailleurs, dans le département, si les bancs de silex et le limon qui les recouvre sont considérés comme diluviens par presque tous les géologues, cependant, selon les savants éminents, auteurs de la *Carte géologique de la France*, ils font partie des terrains tertiaires moyens et supérieurs. *Non nobis... tantas componere lites.* »

M. Bourjot fait remarquer que dans le temps où l'on faisait un fréquent usage des pierres à feu, on creusait quelquefois, pour les extraire, des galeries profondes de plusieurs mètres, dans l'intérieur desquelles on taillait ces pierres. Les silex cités par M. Rigollot peuvent être restés dans l'excavation même où ils ont été travaillés. Postérieurement, des alluvions seraient venues les recouvrir.

M. de Verneuil rappelle que M. Lyell, en parcourant les rives du Mississipi, a, sur plusieurs points, constaté des débris de l'industrie humaine dans des alluvions qui renferment des ossements de Mastodontes. Ces découvertes faites dans le nouveau continent, ajoute M. de Verneuil, ne peuvent jeter qu'une faible lumière sur l'histoire de l'ancien, car en Amérique les circonstances de vitalité ont pu être différentes de celles qui se sont présentées dans nos pays. Il y a lieu, en effet, de se demander si les Mastodontes n'ont pas subsisté plus longtemps en Amérique qu'en Europe, et si l'homme, qui dans l'ancien continent n'a pas été témoin de l'existence de ces animaux, n'a pas été leur contemporain dans le nouveau.

M. d'Omalus est loin de nier l'existence, dans les dépôts diluviens, de silex taillés par la main des hommes ; cependant, comme il s'agit d'une question extrêmement importante au point de vue scientifique ; que, d'un autre côté, on a quelquefois confondu des pierres figurées avec des produits de l'art ; que les silex cités comme trouvés dans un dépôt diluvien non remanié paraissent ne pas avoir été recueillis directement par les observateurs, mais leur avoir été remis par des carriers ; et qu'enfin les gîtes de ces silex ne semblent pas situés au milieu

d'un plateau, mais bien sur des pentes, c'est-à-dire dans des positions où des glissements postérieurs à l'époque diluvienne pourraient avoir occasionné des dérangements, M. d'Omalius croit qu'il convient de soumettre ces faits à de nouvelles vérifications avant de les considérer comme définitivement acquis à la science.

M. Hébert donne l'extrait suivant d'une lettre de M. Abich :

Saint-Pétersbourg, 13/25 octobre 1854.

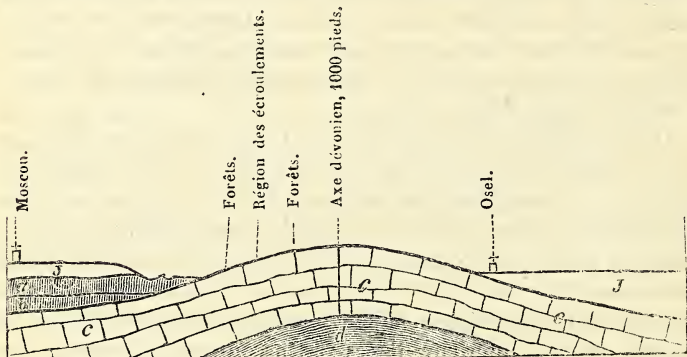
Il résulte des recherches faites par nos officiers du corps des mines, chargés d'explorer les contrées au sud de l'Oural et les alentours du lac d'Aral, qu'il existe, sur le bord occidental et septentrional de ce lac, un puissant dépôt éocène, avec une faune extrêmement riche en genres et en espèces de mollusques. La plupart sont identiques avec ceux du bassin de Paris; l'état de conservation ne laisse rien à désirer. Cette série de couches éocènes est superposée aux calcaires nummulitiques, en tout semblables à ceux qui bordent le bassin de la Méditerranée, et au-dessous desquels se trouve la craie.

L'étage inférieur de la craie et le terrain jurassique affleurent sur les falaises abruptes du lac d'Aral. Le gault et le terrain néocomien y sont caractérisés par les mêmes fossiles que l'on rencontre au nord du Caucase, près de Kislovodsk, dans les vallées de Tchegem, de Balkar, de Naridon et du Daghestan, et que j'ai décrits dans une lettre à feu M. de Buch, insérée dans les *Jahresberichte* de la Société géologique allemande de Berlin pour 1852. Le terrain tertiaire inférieur de ces vastes contrées aralo-caspiennes est couvert par le terrain tertiaire moyen qui forme aussi la partie supérieure de l'Urt-Urt, dont l'élévation absolue est plus considérable que le maximum du niveau moyen que les dépôts plus récents, dits *aralo-caspiens*, atteignent dans l'espace entier du grand méplat aralo-caspien. C'est par erreur que notre carte géologique de Russie indique l'existence de ce dernier terrain le long du versant septentrional du Caucase, à des hauteurs qui dépassent même 1200 pieds, comme, par exemple, près de Stavropol. Je me suis aperçu de cette erreur en 1852 et 1853. Le sol de toute cette région appartient au terrain tertiaire moyen, caractérisé par les mêmes fossiles qu'en Volhynie, en Podolie et en Bessarabie.

Cette rectification et la constatation d'un immense bassin éocène,

qui se prolonge bien au delà du lac Aral, nous fournissent d'importantes données sur la constitution géologique des steppes qui s'étendent du pied du Caucase dans l'intérieur de l'Asie centrale. Mon collègue, M. de Helmersen, s'occupe en ce moment de la rédaction d'un mémoire sur les terrains qui environnent le lac Aral, et ce travail sera certainement d'un haut prix pour la science.

J'ai été chargé cet été d'une mission très intéressante. Un écoulement cratériforme ayant eu lieu dans la région méridionale du gouvernement de Toula, l'Académie me désigna pour examiner ce fait et en rechercher la cause. Déjà de nombreux phénomènes de même genre avaient eu lieu à des époques antérieures dans cette région. Ils sont intimement liés à la nature du sol, et on les observe constamment au pied du bombement dévonien, dirigé à peu près de l'O. à l'E., et qui sépare la Russie européenne en deux bassins distincts, l'un septentrional, l'autre méridional.



- a. Terrain carbonifère supérieur avec *Spirifer mosquensis*.
- b. Terrain carbonifère inférieur, *Productus gigas*, charbon de terre (*Sigillaria ficoides*).
- c. Terrain dévonien.
- d. Terrain silurien.
- j. Terrains jurassique et crétacé.

L'horizontalité du terrain au pied de l'axe dévonien et le développement considérable qu'y prennent les argiles et les sables de l'époque diluvienne ont favorisé, surtout dans les forêts, la formation des marais, qui disparaissent rapidement aujourd'hui à cause des défrichements. Les eaux de ces marais, presque toujours sans écoulement extérieur, s'infiltrèrent jusqu'à 200 ou 300 pieds de profondeur à travers l'étage carbonifère inférieur, composé de calcaires, de marnes et d'argiles sablonneuses, dont la stratification n'offre aucune régularité. Elles arrivent ainsi sur une puissante

assise de grès friable reposant sur les calcaires et sur les marnes gypsifères de l'étage dévonien supérieur. De là il résulte un lavage souterrain continu favorisé par le plongement des couches vers le Nord. Ce lavage a produit à la superficie des enfoncements cratériformes, souvent alignés en ligne droite et dont on compte parfois dix à treize sur une étendue d'un kilomètre. Ces petits bassins ne tardent pas à se remplir d'eau. Les lacs qui en résultent ressemblent souvent à ces petits cratères à laves, si fréquents dans l'Eifel. Une végétation vigoureuse y détermine bientôt la formation de petites îles flottantes; des arbustes y naissent et finissent par consolider le sol mouvant, qui, peu à peu, se transforme en une sorte de tourbière, laquelle redevient forêt dans un certain espace de temps.

Il est évident que les mêmes agents, qui produisent de nos jours des cavités elliptiques de 400 à 600 toises carrées, produisaient au commencement de notre époque des changements beaucoup plus considérables dans la configuration du sol. Je pense que la plus grande partie des plateaux qui forment la superficie légèrement bombée de l'axe dévonien, depuis le méridien de Novgorod et de Smolensk, jusqu'à celui de Simbirsk et de Samara, sur le Volga, et même jusqu'à l'Oural, était couverte de marais à l'époque où la Russie d'Europe actuelle commença, par suite d'un soulèvement continental très lent, à sortir des eaux et à devenir terre ferme. Le dos de l'axe, ou, pour mieux dire, de la zone dévonienne, a dû nécessairement, avec sa hauteur absolue moyenne de 800 à 900 pieds, être émergé le premier, et cet état de choses réunissait sans doute le maximum de conditions physiques favorables à la formation du terrain problématique nommé *tsohornoi-zem*, qui présente en effet son plus grand développement sur tout l'espace qui avoisine la ligne de faite de la zone dévonienne et principalement sur le versant septentrional. Les principales sources de la Dwina, du Dniéper, du Volga et d'une quantité de leurs affluents embrassent des contrées marécageuses d'une élévation absolue, variée, mais toujours considérable. La formation des vallées et toute l'organisation hydrographique de cette partie de la Russie d'Europe devaient donc s'effectuer en raison directe de ce soulèvement lent du sol. La nature du *tsohornoi-zem* montre qu'il est purement de formation d'eau douce; car il résulte des observations d'Ehrenberg et de celles de Schid, à Iéna, que les formes microscopiques qu'il contient n'appartiennent pour la plupart qu'aux Phytolisaire qui correspondent tout à fait à des organes de graminées actuellement vivantes. Aussi les conditions géognostiques dans lesquelles ce

terrain se présente à nous, rendent très probable cette conclusion, qu'il s'est formé aux lieux mêmes où nous le trouvons, et tout s'oppose, au contraire, à l'idée que ce dépôt pur et fin ait pu être transporté du nord au sud par des courants ou de violents mouvements des eaux.

J'ai trouvé, sur ces parties du versant septentrional du Caucase, qui appartiennent à la périphérie de la grande intumescence hémisphérique dont le centre est l'Elberirouz, un terrain noir extrêmement semblable au *tsohornoi-zem* de la Russie d'Europe moyenne. Je l'ai observé sur les hauteurs de Temnolesk, à 1600 ou 1680 pieds au-dessus du niveau de la mer, reposant immédiatement sur les argiles sablonneuses diluviennes, sans traces de détritiques et moins encore de blocs erratiques. Ces couches diluviennes recouvrent de véritables faluns remplis de coquilles bien conservées et identiques avec ceux du bassin volhyni-podolien. La différence extraordinaire de niveau entre ces dépôts identiques, et très probablement synchroniques, présente, il est vrai, une grande difficulté; mais nous avons la probabilité de notre côté en cherchant à la résoudre par l'hypothèse d'un soulèvement continental au commencement de l'époque actuelle.

M. Deshayes présente un mémoire de M. Kœchlin Schlumberger, intitulé :

Description d'une variété de l'Ammonites spinatus, Brug., et variations dans les lobes de l'Ammonites margaritatus, Montf., par M. Kœchlin Schlumberger.

Ainsi que je l'ai indiqué dans ma coupe des environs de Mende (1), où j'ai annoncé le présent travail, le Liasien répandu en lambeaux le long du flanc E. des Vosges, dans le département du Haut-Rhin, renferme, avec assez de fréquence, l'*Ammonites spinatus*, Brug. Réunies à cette Ammonite, on y rencontre des variétés qui s'éloignent plus ou moins de sa forme normale et dont une s'approche beaucoup de l'*A. margaritatus tuberculeux* appelé *A. amaltheus gibbosus* par les auteurs allemands.

J'ai reconnu des gisements de ce Liasien entre Senlheim et Law (vallée de Massevaux); au Rigisburg (chemin entre Thann et Ramersmalt); à Waltwiller, où M. Veltz l'avait déjà signalé; au Bollenberg (près Orschwyhr) (2).

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 605.

(2) Il existe un dépôt de Liasien entre Riquewihr et Zellenberg,

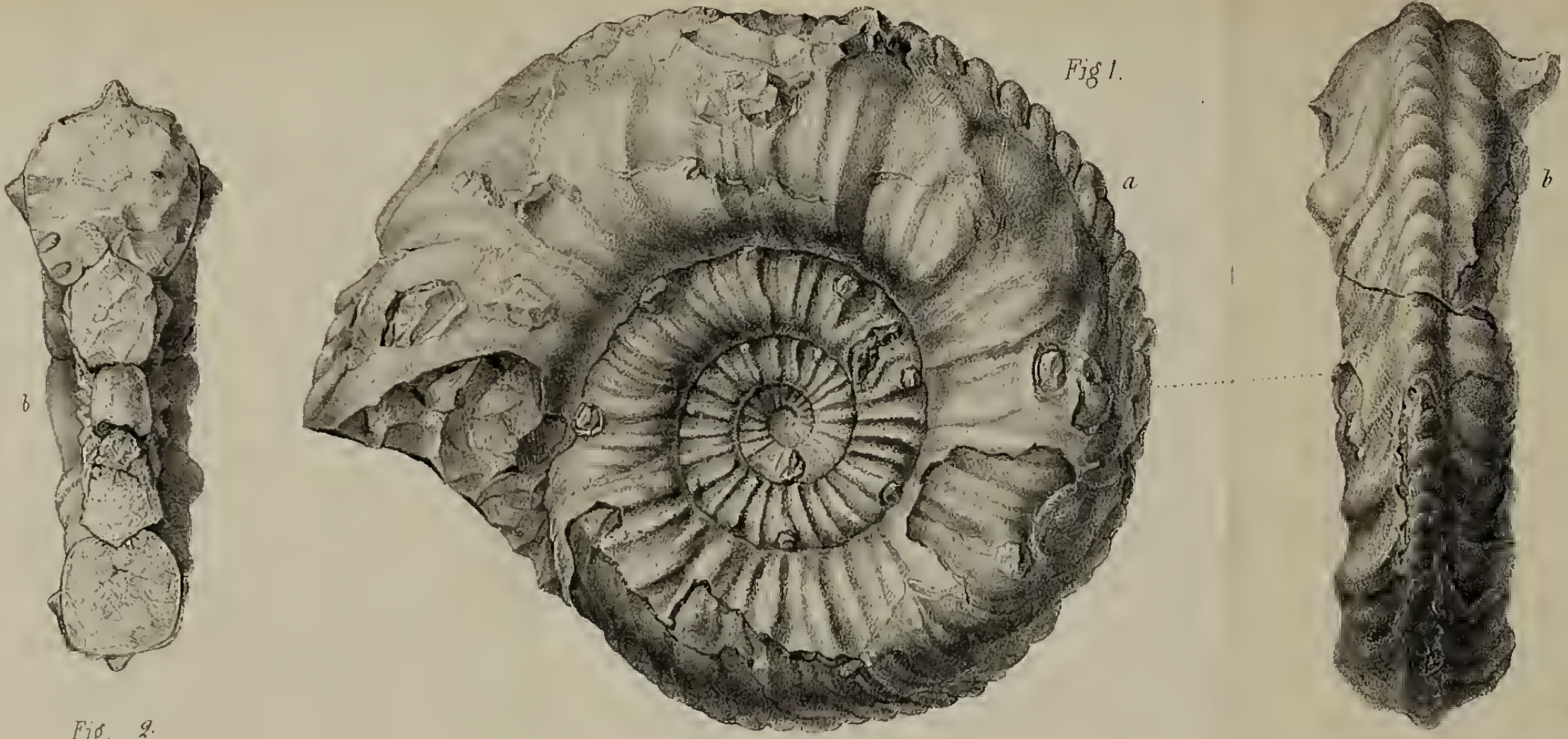


Fig. 2.

Fig. 1.

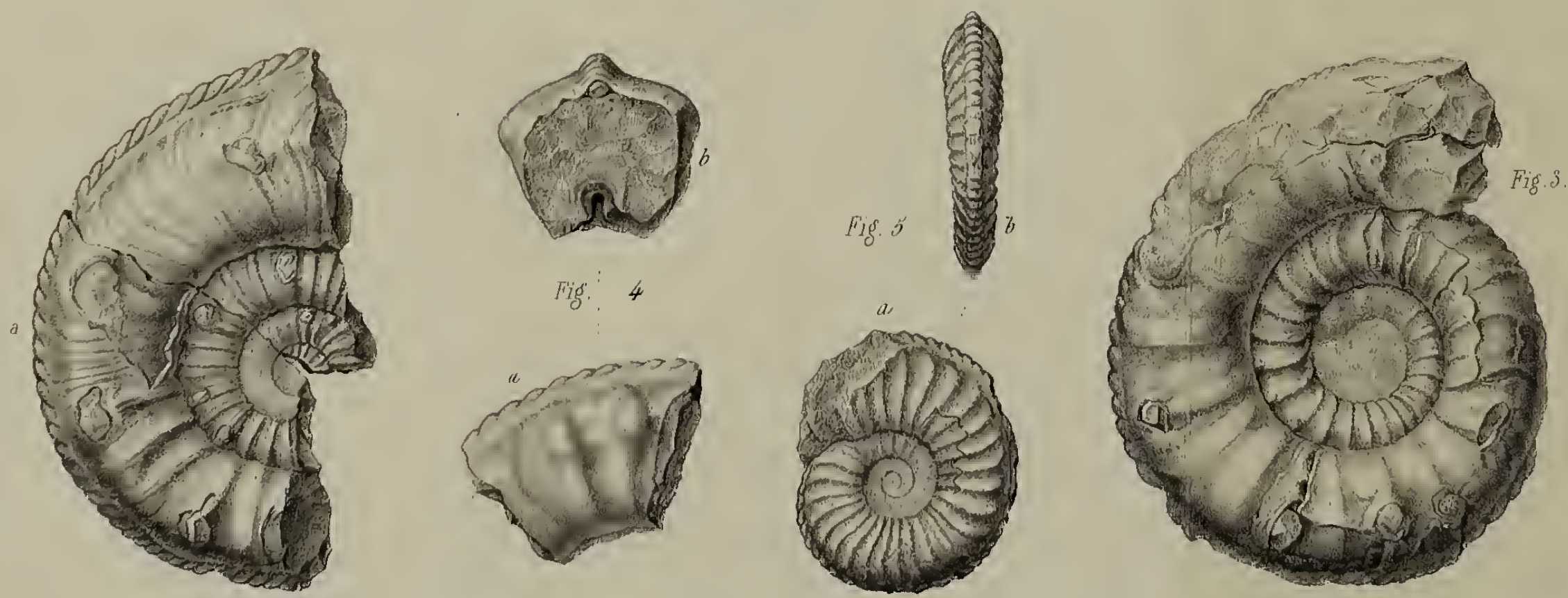


Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 4.





Dans les trois premières localités, et probablement aussi dans la dernière, le Liasien existe à l'état de marne argileuse et est exploité soit pour amender les prés, soit comme argile.

Dans le département du Bas-Rhin, dans une localité appelée Silzbrunnen, située dans un ravin près Uhrwiller (au Sud de Niederbronn), on trouve les mêmes Ammonites, mais renfermées dans une roche dure et compacte. Ici les Ammonites sont de plus grandes dimensions et mieux conservées (1).

Enfin les marnes schisteuses du Liasien de Mende (Lozère) renferment les mêmes espèces et variétés. A Mende, comme dans les gîtes du Haut-Rhin, les formes rapprochées du type normal de l'*A. spinatus* prédominent; les formes à tours arrondis sont l'exception; le contraire paraît exister au Silzbrunnen.

Pour ne pas trop s'égarer dans le dédale de formes diverses, je réduirai toutes ces variétés à trois principales, tout en avertissant que ces trois types ne sont nullement séparés, mais se lient entre eux par des passages variés.

Variété a. Ammonites spinatus normal, d'Orb., pl. 52; Zieten, pl. 4, fig. 7; Bronn, *Lethæa*, pl. 22, fig. 12.

Les échantillons que je place dans ce groupe se rapprochent beaucoup des figures que je viens d'indiquer; quelques-uns sont même identiques avec le dessin et les mesures publiés par M. Alc. d'Orbigny.

Voici les mesures de quelques individus variés :

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvre- ment.	Largeur de l'ombilic.	Côtes.
Nos (2)	153	55	51	7	40	22
1 (3).	117	54,18	51,62	4,27	44,44	21
2.	117	57,18	{ à l'ombilic, 52,47 }	5,12	42,75	22
5.	70	55,5	{ au dos. . . . 27,77 }	»	»	15
4.	54	57	{ à l'ombilic, 56,11 }	5,09	42,60	24
5 (4).	fragment.	15	{ au dos. . . . 24,07 }			
			15			

mais, en fait d'Ammonites caractéristiques, je n'y ai trouvé que l'espèce *Davœi*.

(1) C'est dans cette localité aussi que M. Engelhardt a rencontré, avec beaucoup d'autres fossiles, les beaux échantillons décrits par M. Alc. d'Orbigny sous le nom d'*Ammonites Engelhardti*.

(2) Type de M. Alc. d'Orbigny, *Paléontologie française, terrains jurassiques*, vol. I, p. 29.

(3) Cet échantillon est de la Normandie, ses mesures ne figurant ici que pour appuyer plus loin la question des lobes.

(4) Les chiffres expriment les mesures en millimètres.

Quoique rapprochés de la forme normale, les n^{os} 2 à 5 présentent encore des différences notables dont quelques-unes sont rendues évidentes par les mesures mêmes. Ainsi, dans les n^{os} 2 et 4, on remarque une grande différence entre l'épaisseur du tour au dos et à l'ombilic. Dans les n^{os} 3 et 5, l'épaisseur excède de beaucoup la largeur du tour, tandis que le contraire a lieu dans les autres échantillons, et surtout dans ceux considérés comme représentant la forme normale. Je signale aussi le petit nombre de côtes n^o 3.

Certains échantillons, comme l'indique la figure citée de M. Alc. d'Orbigny, portent deux rangées de tubercules de chaque côté du dos; dans la rangée intérieure, les tubercules ou pointes sont plus nettement circonscrits, quoique plus petits que ceux de la rangée extérieure. Mais sur d'autres échantillons cette rangée extérieure disparaît, et souvent alors la rangée extérieure est réduite à un faible renflement de la côte.

Variété b, Pl. II, fig. 5 *a b*. Elle se distingue de la précédente par ses tours toujours plus comprimés, par l'absence presque absolue des tubercules ou pointes, par ses côtes plus nombreuses, et par la forme moins carrée du dos.

Mesures appartenant à ce groupe.

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvre- ment.	Largeur de l'ombilic.	Côtes.
N ^o 6.	47	54	24	6,58	40,42	28
7.	54,25	57,95	25,55	5,84	55,05	27
8.	51,50	56,50	51,74	4,76	55,00	51

Le n^o 6 est la forme la plus abondante de ce groupe; elle représente un terme moyen entre la variété *a* à dos carré et le n^o 7 qui a le dos tranchant. J'ai dit tout à l'heure que généralement cette variété *b* était sans tubercules, mais sur ce n^o 6, quoique les côtes du dernier tour soient parfaitement lisses, on aperçoit dans les tours intérieurs de très petits tubercules.

Le n^o 7 est l'échantillon dessiné Pl. II, fig. 5 *ab*. C'est un extrême de ce groupe qui se distingue par son dos tranchant et son peu d'épaisseur, et qu'on serait, en raison de ces deux caractères, tenté de réunir à certains *A. margaritatus* jeunes, avec lesquels il a de l'analogie; mais en examinant la chose de plus près, on voit que cette variété extrême passe insensiblement à l'*A. spinatus* normal: ainsi, sur une grande série d'échantillons, il s'en trouve soit quant à la forme du dos, soit quant à l'épaisseur du tour, à tous les degrés de passages entre la figure 5 *ab* et l'*A. spinatus* variété *a*,

sans qu'il soit possible de tracer une limite qui sépare ces deux types extrêmes. Deux autres circonstances qui motivent aussi la séparation sont : 1° que la variété fig. 5 *a b* avec tous ses passages a toujours un recouvrement moindre et un agrandissement de tours moins prompt ; 2° que ses lobes sont identiques avec ceux fig. 15 appartenant à un échantillon de Mende, plus rapproché de l'*A. spinatus* variété *a* que ne l'est la figure 5 *a b*. Il est vrai que les lobes des jeunes Ammonites sont assez difficiles à caractériser à cause de leur simplicité ; cependant il m'a semblé qu'une différence caractéristique entre les lobes des *A. spinatus*, *A. margaritatus*, était que dans la dernière le lobe latéral supérieur se divisait en deux branches principales et inégales séparées par une profonde selle (voyez les fig. 6, 7, 8, 9, 11, Pl. III), tandis que, dans l'*A. spinatus*, les branches plus ou moins nombreuses qui terminent le même lobe latéral sont séparées par des selles moins profondes et d'égale longueur.

Le n° 8 enfin présente la particularité d'avoir le tour plus épais vers l'ombilic que vers le dos ; cette circonstance et ses nombreuses côtes l'éloignent de la variété *a* ; il s'en rapproche, par contre, par deux rangées de tubercules très délicats de chaque côté du dos, qu'on voit surgir à l'origine du dernier tour.

Je ne puis signaler ici que les variétés les plus saillantes ; en général, ce groupe passe insensiblement à la variété *a* en prenant plus d'épaisseur.

La figure 15, Pl. III, représente les lobes de cette variété pris sur un échantillon identique avec le n° 6 ; on voit que ces lobes diffèrent très peu de ceux de la variété *a*, représentés par les figures 12, 13, 14.

La forme dont je m'occupe ici est peut-être le jeune âge d'une variété dont l'état adulte m'est inconnu ; au moins je n'en ai pu observer de plus grands exemples que celui mesuré en l'autre part sous le n° 6, et qui n'a que 47 millimètres de diamètre. Dans ce même exemplaire, la dernière loge occupe la moitié du dernier tour. Mais, quoique j'aie eu un grand nombre d'échantillons à ma disposition, je n'ai pu constater, par la comparaison des tours intérieurs avec ceux extérieurs, que cette variété fût le jeune âge d'un autre. L'examen de toutes mes Ammonites entières prouverait plutôt le contraire, puisque leurs tours commencent par être beaucoup plus épais que larges.

J'arrive à la variété *c*, Pl. II, fig. 1 *a b*, 2 *a b*, 3, 4 *a b*. En voici les mesures (1) :

(1) Les mesures sont calculées par rapport au diamètre suivant le

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvre- ment.	Largeur de l'ombilic.	Côtes.
Nos 9.	100	34,50	{ tuberc. 26 interv. 22 }	5	42	» voyez fig. 1 a b,
10.	69	36,23	{ tuberc. 37,68 interv. 50,07 }	8	43,47	» voyez fig. 2 a b.
11.	64	51,23	{ tuberc. 33,13 interv. 51,23 }	4,68	48,45	20 { voyez fig. 3, et lobes fig. 17.
12.	fragment.	22	{ tuberc. 23 interv. 21 }	.....	.....	{ voyez fig. 4 a b et lobes fig. 16.
13.	id.	10	{ tuberc. 13 interv. 12 }			

Quand on voit un échantillon isolé de cette variété, comme, par exemple, celui fig. 2 a b, on ne peut, au premier abord, se défendre de l'idée qu'il appartient à l'*A. amaltheus gibbosus*; Schloth., Ziet., pl. 4, fig. 2 a b c, ou *margaritatus tuberculeux* jeune, d'Orb., pl. 68. Ainsi le dos arrondi, la quille chevronnée, les gros tubercules sur les côtés du tour, tous caractères communs aux deux variétés, militent pour leur réunion. Cependant, par un examen plus minutieux, on ne tarde pas à se convaincre que la variété *c* ne peut être distraite de l'*A. spinatus*; on verra plus loin s'il n'y a pas des motifs péremptoires pour la séparer de l'*A. margaritatus*.

La preuve la plus évidente de ce que je viens de dire est que l'*A. spinatus* normal, d'Orb., pl. 52, forme, dans certains individus, comme, par exemple, celui représenté fig. 3, le jeune âge de la variété *c*. Dans cet échantillon, les tours intérieurs, et à peu près un huitième du dernier tour, sont parfaitement identiques avec la forme citée de M. d'Orbigny, pl. 52; après, le dos s'arrondit, les côtes s'écartent et diminuent successivement de saillie; les tubercules s'écartent également entre eux, et deviennent plus gros, de manière qu'à l'extrémité du dernier tour la variété *c* est bien constituée. Dans cet état, cette Ammonite n'a plus que huit ou neuf côtes par tour, qui portent une rangée seulement de tubercules plus gros et plus rapprochés de l'ombilic que ceux de l'*A. spinatus* normal. Les côtes, comme je l'ai dit déjà, sont très atténuées, surtout celles dépourvues de tubercules; elles sont plus apparentes dans le moule, car le test qui les recouvre, étant découpé par des stries en faisceau, les cache et nivelle leur relief.

système adopté par M. Alc. d'Orbigny pour ses Ammonites jurassiques. J'ai déjà montré ailleurs qu'il n'était pas rationnel de rapporter le recouvrement des tours au diamètre de l'Ammonite; j'ai cependant conservé cet élément avec son imperfection, pour pouvoir mieux comparer l'ensemble de mes mesures avec celles de l'auteur de la *Paléontologie française*. Pour l'épaisseur du tour, je l'ai indiquée, soit prise sur les tubercules, soit dans leurs intervalles.

Dans les échantillons fig. 1 *a b* et fig. 2 *a b* les tours intérieurs se rapprochent de l'*A. spinatus* normal, sans cependant lui être identiques, comme dans l'échantillon fig. 3. Ces tours ont le dos moins carré; les côtes régulières et très saillantes qu'ils présentent sont munies, une sur deux ou trois, de forts tubercules latéraux qui préludent à la forme de l'adulte.

Mais les choses ne se passent pas toujours ainsi; souvent les principaux caractères de la variété *c* commencent avec les plus petits diamètres; alors les premiers tours ont encore de fortes côtes munies d'une rangée de tubercules ou pointes; ils ont le dos arrondi, la quille peu saillante. Du reste, ces petits diamètres offrent un certain nombre de formes qu'on ne peut ranger avec aucun des trois groupes que j'ai admis pour l'*A. spinatus*. Ainsi un échantillon de 22 millimètres a le tour plus de deux fois aussi épais que large, avec seulement dix ou douze très grosses côtes. Un autre de 33 millimètres de diamètre est difficile à distinguer et à séparer de l'*A. margaritatus tuberculeux* jeune; on y voit la même forme, les mêmes côtes et tubercules, le même accroissement plus prompt des tours; d'un autre côté, il se rapproche de l'*A. spinatus*, variété *c*, par plus d'épaisseur des tours et par les lobes, qui sont identiques avec ceux fig. 17.

Ces caractères contradictoires ne vont pas jusqu'à me faire concevoir des doutes sur la question qui m'occupe, mais ils autorisent à admettre que certaines variétés exceptionnelles des *A. spinatus* et *margaritatus* commencent dans le jeune âge par des formes très rapprochées. La multiplicité des formes que certaines Ammonites affectent dans le jeune âge donne lieu à une grande difficulté pour caractériser et déterminer les espèces dans cet état. Ce fait a été constaté en beaucoup d'endroits par M. Alc. d'Orbigny, et entre autres à l'occasion des *Ammonites athleta*, *arducnnensis*, *Constantii* et *Eugenii* (1).

Ainsi si, dans l'embarras où je suis de classer mes exemplaires embryonnaires du Silzbrunnen, je présente une explication consacrée par le savant et célèbre auteur de la *Paléontologie française*, je ne crois pas encourir le reproche de pécher contre les principes de la science.

La comparaison des lobes vient fournir de nouveaux arguments pour la réunion des deux variétés de l'*A. spinatus a* et *c*.

Les lobes figurés appartenant à la variété *a* sont les suivants :

Fig. 12. *A. spinatus*, forme normale identique avec celle pu-

(1) *Paléontologie française. Terrains jurassiques*, vol. I, p. 501.

bliée, pl. 52, par M. Alc. d'Orbigny, ce que prouve, du reste, la comparaison de ses mesures sur le n° 2 avec celles de l'auteur cité. Cet échantillon est bien conservé; on y voit une partie du test, les lobes sont bien marqués; il vient de Pont-des-Landes, département du Calvados, et m'a été donné par M. Tesson.

Fig. 13. Copie des lobes de l'*A. spinatus*, d'Orb., pl. 52.

Fig. 14. Lobes d'un fragment pyritisé de Mende (Lozère), les mesures au n° 5.

Ceux appartenant à la variété *c* :

Fig. 16. Lobes d'un fragment du gîte entre Sentheim et Law, représenté fig. 4, mesures au n° 12.

Fig. 17. Lobes d'une Ammonite du Silzbrunnen, avec tours intérieurs, de la variété *a*, le dernier tour variété *c*. Fig. 3, mesures n° 11.

Ces lobes, ainsi que ceux dont il sera encore question plus loin, ont été dessinés par moi avec tous les soins et l'application dont je suis capable; si cependant ils ne représentent pas exactement la nature, il faut s'en prendre, en grande partie, à l'impossibilité de reproduire rigoureusement sur un plan des surfaces d'un tube tourné en spirale.

Entre les deux groupes de lobes il y a d'assez grandes différences; mais l'étude de cette partie des Ammonites m'a appris qu'il ne faut pas s'attendre à une similitude rigoureuse, même pour des espèces et formes identiques provenant de différentes localités. Ainsi, que l'on compare entre eux les lobes fig. 6 à 11, qui appartiennent tous à des *A. margaritatus*, et dont les figures 7, 8, 10 sont dessinées sur des échantillons de même forme; que l'on compare les figures 12 et 13, qui toutes deux appartiennent à des *A. spinatus* également de forme identique, et l'on se convaincra que, pour les lobes aussi, quoique ce caractère soit le meilleur et le plus positif pour reconnaître les espèces des Ammonites, il faut accorder d'assez grandes latitudes (1).

Ceci admis, je crois qu'il y a une assez grande analogie entre les lobes fig. 12 et celle 17, et entre ceux fig. 14 et 16, pour les con-

(1) Si, pour établir ce que je viens de dire, je suis réduit à mes propres études, c'est que le petit nombre d'ouvrages dans lesquels des lobes passablement dessinés ont été publiés ne donnent ordinairement qu'une seule figure de lobes pour une espèce. Ceci s'explique facilement pour les descriptions d'espèces d'une même localité où les lobes ne varient guère. Quant aux ouvrages généraux, le système de figurer plusieurs échantillons et plusieurs séries de lobes de la même espèce

sidérer comme appartenant à la même espèce, et cela d'autant plus que le caractère des lobes n'est ici qu'un moyen subsidiaire pour arriver à l'identification des variétés *a* et *c* de l'*A. spinatus*.

Mais la parenté de ces deux variétés bien établie, il se présentait une autre question : la forme de la variété *c* étant si rapprochée de l'*A. margaritatus tuberculeux*, cette variété ne pouvait-elle pas former un passage entre l'*A. margaritatus* normal, d'Orb., pl. 67 et l'*A. spinatus* normal, d'Orb., pl. 52?

Pour examiner cette question, j'ai dessiné les lobes de quatre échantillons d'*A. margaritatus* de différentes formes, et j'y ai ajouté les lobes publiés pour cette espèce par M. Alc. d'Orbigny et M. Quenstedt.

Voici l'explication de ces dessins :

Figure 6, lobes de l'*A. Engelhardti* (1), d'Orb., pl. 66 du Silzbrunnen.

Les Ammonites du Silzbrunnen, quoique bien conservées, ne montrent généralement pas les lobes d'une manière nette, et ce n'est qu'à grand'peine et avec beaucoup de patience que je suis parvenu à faire ce dessin que cependant je crois exact.

La comparaison de ces lobes avec ceux des figures 7 et 8, qui appartiennent à des individus de la forme normale de l'*A. margaritatus*, d'Orb., pl. 67, montre qu'il n'est pas possible de conserver l'espèce *Engelhardtæ* ou *Engelhardti*, et qu'il faut la réunir à la première. D'ailleurs, à part la grande similitude des lobes, on rencontre dans le Wurtemberg de très grands échantillons (*A. amaltheus gigas* de Quenst.), dont les uns s'approchent beaucoup de l'*A. Engelhardtæ* et les autres forment passage entre ce dernier et la forme normale. Toutes ces variétés ont toujours été réunies à l'*A. margaritatus* par les paléontologues allemands.

Fig. 7. Grand échantillon d'*A. margaritatus* de forme anormale, très bien conservé, de Pont-des-Landes, dans le département du Calvados, et que je tiens de l'obligeance de M. Tesson.

aurait entraîné à des frais de planches incompatibles avec l'économie de pareilles entreprises. D'ailleurs la discussion critique qui aurait été la suite d'un pareil procédé aurait démesurément étendu le texte et augmenté le chapitre des doutes plus que de raison.

(1) M. Engelhardt, mon savant ami, qui a bien voulu mettre à ma disposition sa belle collection d'Ammonites du Silzbrunnen, et qui m'a ainsi beaucoup facilité la présente étude, prétend que, pour être juste, il faudrait écrire *Engelhardtæ*.

Fig. 8. Echantillon à l'état de fer sulfuré, très bien conservé, forme normale, de Mende (Lozère).

Fig. 9. Copie des lobes de l'*A. amaltheus gigas*, figurés par M. Quenstedt, pl. 5, fig. 4 (1).

Fig. 10. Copie des lobes de l'*A. margaritatus*, forme normale, figurés par M. Alc. d'Orbigny, pl. 67.

Fig. 11. Lobes d'une Ammonite *margaritatus tuberculeux* ou *amaltheus gibbosus* du Wurtemberg.

On voit que ces lobes, à l'exception peut-être de ceux figure 10, ont un air de famille qui ne permet pas de les séparer ; on voit aussi qu'ils se distinguent bien nettement de ceux des figures 12 à 17, qui appartiennent aux trois variétés *a b c* de l'*A. spinatus* ; ainsi il devient évident pour moi, que, quant au caractère des lobes, les *A. margaritatus* et *spinatus* constituent bien deux espèces distinctes. Mais il y a plusieurs autres arguments à ajouter à celui fourni par la comparaison des lobes.

1° L'*A. margaritatus tuberculeux* n'atteint jamais de grandes dimensions ; il paraît qu'elle ne dépasse pas 60 millimètres de diamètre, puisque c'est justement là la grandeur des individus figurés soit par M. Alc. d'Orbigny, soit par Zieten, et qu'elle constitue, ainsi que l'ont bien établi Schlotheim, de Buch et M. d'Orbigny, le jeune âge de certaines variétés de l'*A. margaritatus* normal. Il en est tout autrement de la variété *c* de l'*A. spinatus* ; elle arrive à des dimensions beaucoup plus considérables (2), et à l'inverse de l'*A. margaritatus tuberculeux*, elle forme souvent l'âge adulte de l'*A. spinatus*, variété *a* ou normale.

2° Cette dernière Ammonite, ainsi que je l'ai déjà remarqué, perd ses côtes par degrés quand elle passe à la variété *c* ; ces côtes sont ainsi d'autant plus atténuées que la variété *c* est arrivée plus près de son entier accomplissement. Le contraire a lieu avec l'*A. margaritatus tuberculeux*, où les côtes ne sont fortes que pendant l'état qui a valu à cette variété le nom de *tuberculeux* ou *gibbosus*, qu'il y ait ou non des pointes ou tubercules latéraux ; ces côtes s'atténuent beaucoup aussitôt que cette variété prend avec l'âge la forme normale de l'*A. margaritatus*, et se réduisent

(1) *Petrefactenkunde Deutschlands*.

(2) Le plus grand échantillon de M. Engelhardt, celui représenté fig. 1 *a b*, a 100 millimètres de diamètre ; mais il n'est pas complet ; en le restaurant pour donner à sa dernière loge un tour entier, il arriverait à 150 millimètres de diamètre.

à de faibles ondulations avec un diamètre de 100 ou 150 millimètres.

3° D'autres différences entre les Ammonites que je compare sont encore que la variété de l'*A. margaritatus tuberculeux* est toujours plus comprimée, qu'elle a un recouvrement bien plus fort, et que ses tours croissent plus promptement en largeur.

Le résultat de ces investigations amène donc à réunir la variété *c* à l'*A. spinatus*, et à considérer cette dernière avec ses trois variétés comme bien distincte de l'*A. margaritatus*.

Il est certainement très remarquable que des Ammonites qu'on trouve très souvent réunies dans la même couche aient pris des formes aussi rapprochées, tout en continuant à constituer deux espèces distinctes.

La proportion dans laquelle les trois variétés de l'*A. spinatus* se rencontrent varie avec les différents gîtes. Je n'ai vu la variété *c* ni dans les collections du Wurtemberg, ni dans celles de la Normandie. Au Silzbrunnen, elle est aussi abondante que la variété *a*. Entre Sentheim et Law, les variétés *a* et *c*, surtout la première, sont rares; presque tous les échantillons consistent dans la variété *b* plus ou moins comprimée.

J'ai été amené à dessiner et à réunir un certain nombre de lobes de l'*A. margaritatus* pour éclairer la question de parenté de cette espèce avec l'*A. spinatus* variété *c*; mais l'inspection de ces lobes peut encore servir à autre chose, et montrer combien il peut y avoir de variations dans les lobes appartenant à la même espèce.

Quand des variétés de la même espèce présentent des formes différentes, il ne paraît pas trop extraordinaire d'en voir aussi résulter une différence dans leurs lobes, quoique le contraire arrive plus souvent et forme plutôt la règle. Mais quand les Ammonites sont de formes identiques provenant seulement de localités différentes, il est vraiment étonnant qu'il y ait d'aussi grands écarts que l'on en voit en comparant les figures 7 et 8 appartenant au type normal, à la figure 10, qui est la copie des lobes publiés par M. Alc. d'Orbigny, pl. 67, et qui est presque identique avec les lobes de la même espèce qu'a fait connaître de Buch (1). Je suis loin de mettre en question l'exactitude des dessins fournis par ces deux célèbres auteurs, et j'attribue franchement la différence à la nature même des choses; cependant je ne peux me défendre de l'idée que peut-être cette différence s'atténuerait et s'expliquerait en partie, en supposant que ces deux dessins ont pu

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XVII, 1829.

être beaucoup grossis, et ont pu être pris sur de jeunes individus où les lobes sont moins découpés, les digitations plus simples et les extrémités plus arrondies.

Voici du reste les mesures des deux *Ammonites margaritatus*, sur lesquelles ont été dessinés les lobes fig. 7 et 8.

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvrement	Largeur de l'ombilic.
Fig. 7.	489	46,00	49,57	42,42	25,40
8.	64	47,65	48,75	40,93	27,30

Voici les mesures indiquées par M. Alc. d'Orbigny pour la même espèce, forme normale (1) :

230	48	48	43	23
-----	----	----	----	----

M. Albert Gaudry, secrétaire, rend compte des deux notes suivantes de M. Coquand.

Description géologique du terrain permien du département de l'Aveyron et de celui des environs de Lodève (Hérault), par M. Coquand, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Besançon.

PREMIÈRE PARTIE. — TERRAIN PERMIEN DE L'AVEYRON.

Appelé une seconde fois, par M. le comte de Séraincourt, dans le département de l'Aveyron, pour y explorer les nombreux filons métalliques qui se montrent dans cette portion du plateau central, j'ai eu l'occasion de parcourir les nouveaux travaux entrepris dans le bassin houiller des environs d'Albo, avec autant d'intelligence que de savoir, par M. Bronac, ingénieur des mines de la compagnie d'Aubin, et d'y constater l'existence d'un terrain puissant, situé entre le grès houiller d'un côté et les grès bigarrés de l'autre.

Ce terrain, dont l'épaisseur, au-dessous du château d'Albo, dépasse 60 mètres, débute par un étage de conglomérats et de grès à éléments quartzeux, auquel succède un dépôt de schistes bitumineux, et il se termine par une série de bancs calcaires et quelquefois dolomitiques que l'on voit s'enfoncer dans la direction du nord, sous le premier terme du trias ; de sorte qu'on se trouve

(1) *Paléontologie française, Terrains jurassiques*, vol. I, pl. 67, p. 248.

Note sur le terrain Permien du Dép^t de l'Aveyron et des environs de Lodève (Hérault) par M. H. COQUAND.

Fig 1. Coupe parallèle au Chemin de Rodez à Milhan.

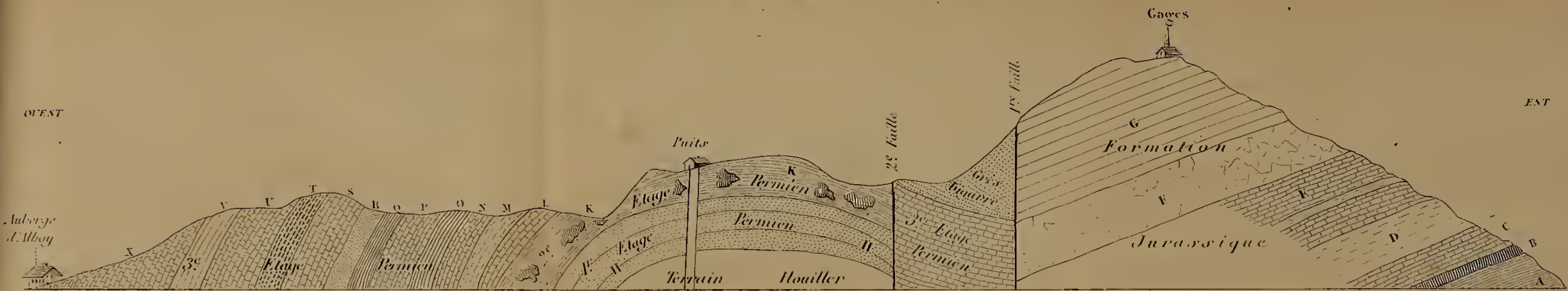


Fig.2. Coupe d'Albov à la Montagne de Palanges.

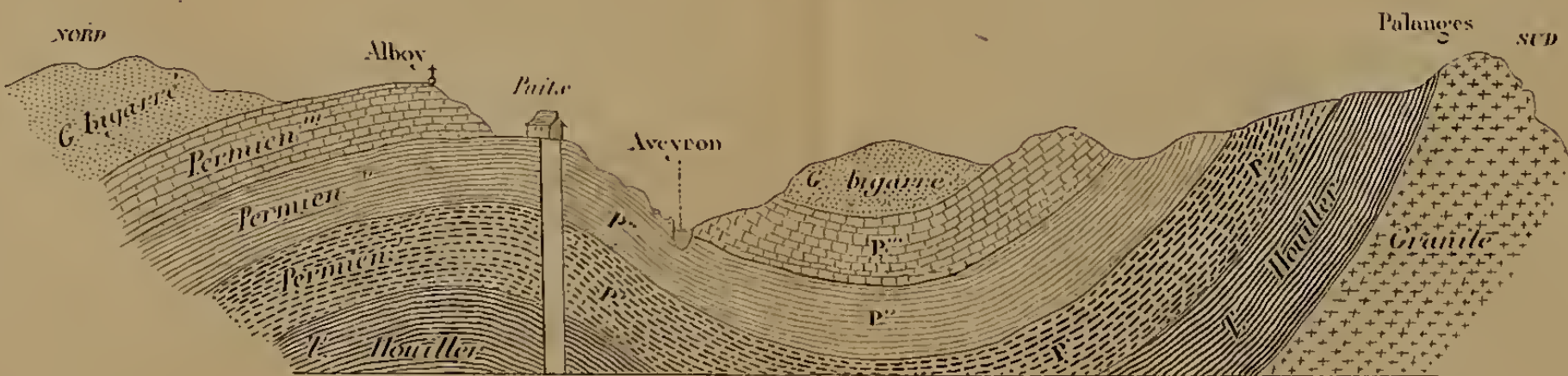


Fig.3. Coupe du terrain Permien des environs de Lodève.

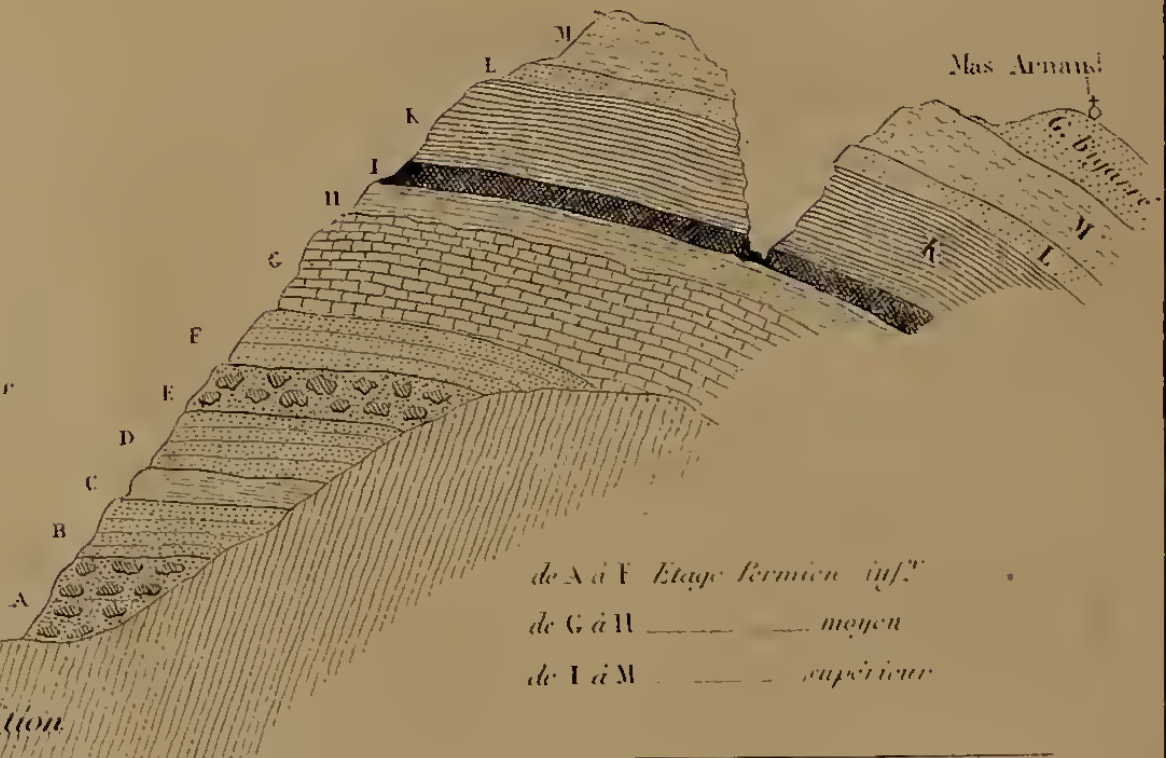
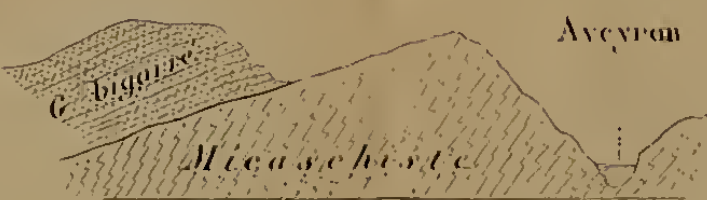


Fig.3. Berge gauche du Lanterne



Fig 4. Berge droite du Lanterne



de A à F Etage Permien inf.
de G à H ———— moyen
de I à M ———— supérieur



en présence d'une formation géologique, identique, dans sa position et ses divisions générales, avec la formation permienne de l'Allemagne centrale.

L'Aveyron, qui coule de l'est à l'ouest, la sépare en deux tronçons inégaux dont l'un, le plus septentrional, se relie d'une manière directe aux escarpements des *causses* secondaires de Concours, tandis que le second vient s'appuyer, au sud-est, sur le terrain houiller qui domine à son tour le massif granitique de la montagne de Palanges. (Voyez Pl. IV, fig. 2) Comme la section de la route de Rodez à Millau par Sévérac a été ouverte dans le roc vif à partir de l'auberge d'Alboy jusqu'au point où elle franchit l'Aveyron presque en face de l'église de Gages, il devient facile d'établir la succession des couches, les particularités de leur composition, ainsi que les rapports réciproques des divers terrains qui s'y développent.

Le diagramme représenté par la fig. 1 embrasse l'espace compris entre le pont de l'Aveyron et l'auberge d'Alboy. Il recoupe 1° la formation jurassique ; 2° la formation houillère ; 3° la formation des grès bigarrés, et 4° enfin, la formation permienne. Cette dernière seulement sera l'objet spécial de notre description. Nous ne nous occuperons guère des autres que pour préciser leurs positions relativement à notre terrain permien, afin que de leur examen comparatif il ressorte clairement la preuve de l'indépendance de celui-ci par rapport aux grès triasiques ainsi qu'au grès houiller.

Alboy est distant de Rodez de quatorze kilomètres environ, et la route qui relie ces deux points remonte le cours de l'Aveyron, dont elle suit les contours, jusqu'au-dessous du petit village de Gages ; là, elle quitte la rive droite, pour se diriger vers Layssac.

Nous choisirons pour base de notre opération le pont qui met en communication directe ces deux dernières localités. A mesure que l'on descend de ce pont vers l'auberge d'Alboy, on observe l'étage inférieur de l'oolithe (fig. 1, de A jusqu'en G), composé des termes suivants :

A. Marnes calcaires bleuâtres, micacifères, mélangées de quartz, disposées en petites écailles ou plaques non continues, délayables par places et se réduisant en argile, quand l'élément argileux prédomine. Elles représentent la partie supérieure du grès supraliasique :

B. Fer hydraté rougeâtre, sous forme de petites oolithes engagées, ou, pour parler plus exactement, noyées dans une argile ocracée. Ce minerai est l'équivalent des fameux minerais en roche

de Mondaluzac et du château de Lagarde où elles atteignent une puissance de plus de 4 mètres. — Épaisseur, 0^m,08 :

C. Calcaire bleuâtre, à cassure conchoïde, formé de couches épaisses et bien réglées, dont les supérieures contiennent des rognons irréguliers de silex blond. La masse entière est traversée par des veines capricieuses de carbonate de chaux blanc et lamelleux. — Épaisseur, 6 mètres.

D. Dolomie jaunâtre, à grains miroitants et à texture serrée dans le cœur de la roche, mais cariée à la surface, comme si elle avait été corrodée par un acide. — Épaisseur, 6 mètres.

E. Calcaire jaunâtre, disposé en couches bien réglées que sépare en deux portions un nerf d'argile interposé, rempli de petites oolithes d'une couleur plus foncée, à cassure pierreuse et isolées au milieu de la pâte. — Épaisseur, 14 mètres.

F. Dolomie en bancs épais sans stratification apparente, de couleur jaunâtre tirant sur le gris, maculé d'une manière uniforme de petites taches dues à du peroxyde de manganèse. Le grain en est très miroitant et s'égrène en petits rhombôïdres sur la surface exposée aux injures des agents extérieurs. — Épaisseur, 4 mètres.

G. Calcaire d'un ton gris d'ardoise, à cassure esquilleuse ou lithographique, formé de couches assez minces, mais régulièrement disposées. Il constitue le sommet du monticule sur lequel est bâtie l'église de Gages. — Épaisseur, 20 mètres.

Ces divers bancs, qu'une faille interrompt brusquement vers la naissance d'une gorge qui sépare l'église du puits de mine d'Alboy, viennent buter directement contre les grès bigarrés et l'étage supérieur du terrain permien. Ils appartiennent à l'oolite inférieure : car, parmi les fossiles passés le plus souvent à l'état de calcaire spathique et faisant corps avec la roche encaissante, on reconnaît le *Belemnites giganteus* et la *Terebratula perovalis*.

Immédiatement après on voit affleurer à la surface et se heurter contre le grès houiller et les deux étages inférieurs du terrain permien une portion du troisième étage de ce dernier, ainsi que la base des grès bigarrés. Ce lambeau est intercepté entre la faille de Gages et une seconde moins considérable qu'on rencontre un peu plus bas, parallèle à la première et sensiblement dirigée comme elle du nord au sud. Les détails, que nous pourrions donner sur sa composition, seraient déplacés ici, puisqu'ils feraient double emploi avec l'exposé qui va suivre. Nous ne le mentionnons qu'à cause de l'accident orographique qu'il présente.

Ce premier dérangement de couches dépassé, on ne marche

plus, jusqu'à l'auberge d'Alboy, que sur le terrain permien dont on recoupe successivement tous les bancs, lesquels se présentent dans l'ordre suivant (1) :

II. — Conglomérats, poudingues et grès quartzeux. Ces roches remaniées, qui reposent directement sur la formation houillère, forment la base du terrain permien. On remarque d'abord des masses dépourvues de stratification d'un conglomérat passant graduellement à un poudingue et dont les fragments roulés, composés presque en totalité d'un quartz amorphe laiteux ou hyalin, proviennent, sans aucun doute, du démollissement des roches anciennes de la contrée. Ces cailloux sont agglomérés par un ciment siliceux mélangé de feldspath altéré ou bien enfermés dans un milieu d'éléments de même nature, plus petits par suite d'une trituration plus complète qu'ils ont éprouvée. Leur volume, qui dépasse quelquefois celui du poing, offre, ainsi qu'on le voit dans toutes les roches remaniées, des variations qui oscillent entre cette dimension et celle d'un simple grain de sable. Seulement, quand les débris se réfèrent à la première catégorie, les bancs qu'ils forment présentent peu de consistance et se désagrègent sur place avec une grande facilité, de telle manière que les produits meubles qui en dérivent donnent naissance à des champs caillouteux dont on serait tenté d'attribuer l'origine à des alluvions récentes. On en a un bon exemple sous les yeux entre le village de Bennac et les anciens puits d'extraction sur la rive gauche de l'Aveyron, où les escarpements de conglomérats dominent des talus de cailloux libres et incohérents provenant de leur destruction. Le granite figure aussi parmi les principes constituants des bancs de poudingues ; mais leurs fragments y sont rares et ont, en général, subi une décomposition avancée. Malgré les recherches minutieuses auxquelles je me suis livré, il m'a été impossible d'y découvrir des roches dépendant du terrain houiller, ce qui était d'ailleurs présumable *à priori*, d'après la concordance qui existe entre celui-ci et la formation permienne.

Quand la dimension des grains descend à celle d'un petit pois, la roche constitue un grès grossier friable, dans lequel s'entre-mêlent souvent des traînées irrégulières de cailloux d'une taille plus

(1) Nous avons exagéré, dans la figure 4, l'inclinaison des couches permienues, qui n'est en réalité que de 20 à 22 degrés, afin de ne pas donner à notre coupe une longueur disproportionnée avec le format de la publication. La figure 2, dont le profil est perpendiculaire à celui exprimé par la figure 4, représente exactement les détails d'orographie ainsi que la disposition relative des terrains.

considérable, dont la présence dévoile, au sein des eaux qui charriaient ces matériaux et à des périodes intermittentes, l'action d'un transport plus énergique. Enfin la dernière variété, à laquelle donne lieu la ténuité du quartz, consiste en un grès très fin, grisâtre, régulièrement picoté de points blancs (feldspath décomposé) et parsemé de paillettes de mica argentin. Ce grès couronne l'étage des conglomérats et conduit brusquement, sans transition, à l'étage des schistes bitumineux qui lui succède. Observé sur place, il présente un rubanement régulier à lignes très rapprochées, qui est dû, suivant toute vraisemblance, à la direction uniforme des courants ou à des interruptions momentanées de dépôt, espèces de temps d'arrêt que l'on observe fréquemment aujourd'hui dans la construction des terrains à éléments roulés que les rivières et les torrents déposent sur leurs bords ou dans leurs lits aux époques des grandes crues.

Au-dessus du village de Bennac, j'ai remarqué, dans les grès permien et surtout dans les bancs supérieurs, quelques traces de végétaux indéterminables; ce sont les seuls corps organisés qu'il m'a été donné d'observer dans cet étage.

Les grès à éléments moyens sont susceptibles d'être exploités. On en a extrait pour le service de la mine de houille des cubes qui ont plus d'un mètre de côté. La facilité que possède la roche à s'égrener s'opposerait peut-être à ce qu'on la débitât en dalles trop minces; mais la nature et la consistance du grain dans certains bancs permettent d'en tirer des pièces d'appareil d'une fort grande dimension. Au surplus, la bonne qualité de la pierre n'avait pas échappé à la clairvoyance de nos devanciers, car M. Bronac, en faisant déblayer la surface des carrières qu'il a récemment ouvertes, a retrouvé des exploitations anciennes que recouvraient des chênes séculaires.

Lorsque le grès permien est exposé à l'air, il a la propriété de se recouvrir d'une teinte vert-jaunâtre qui masque la véritable couleur de la roche. Les bâtiments de l'auberge d'Alboy et ceux du village de Bennac, construits avec les matériaux extraits de cet étage, sont comme badigeonnés par cette espèce de patine. Je l'attribue à la présence de pyrites de fer, lesquelles, en se décomposant, provoquent la formation de sulfate de fer et d'alumine. Bien que ce caractère n'ait pas une bien grande valeur, il paraît toutefois être spécial au terrain permien, car il est devenu pour M. Bronac un guide certain qui lui a permis de distinguer le grès permien du grès houiller qui se trouvent dans une même localité ou dans le voisinage l'un de l'autre.

La puissance des conglomérats est de 10 mètres environ. Audessous de cet étage apparaît le terrain houiller. Il est composé à sa partie supérieure de schistes bitumineux, de psammites et de grès fins micacifères, contrastant, par la régularité de leurs couches, par la finesse de leurs grains et par les nombreuses empreintes végétales qu'ils renferment, avec les conglomérats qui les recouvrent. Il devient évident que ces derniers, malgré la concordance qu'on remarque entre les deux terrains, commencent une ère géologique nouvelle, et qu'à la suite du mouvement du sol qui mit fin au dépôt plus tranquille des schistes houillers, les premiers sédiments permien durent se composer des matériaux volumineux arrachés par la violence des eaux aux formations émergées et exposées à leur attaque.

K. Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'étage moyen du terrain permien consiste en un ensemble de schistes argilo-bitumineux, brunâtres, grisâtres ou bleuâtres comme des ardoises. Ils dégagent par l'insufflation une forte odeur d'argile et présentent un grain serré et uniforme semblable à celui des marnes endurcies. Malgré leur solidité apparente, ils sont tellement tendres, que tout corps dur, l'ongle même, a la propriété de les rayer et d'y laisser des empreintes qui ressortent en blanc. Le mica en petites paillettes fait pour ainsi dire partie intégrante de la roche, car on y voit cette substance disséminée avec une telle profusion, que les particules brillantes paraissent y jouer un rôle tout aussi important que l'argile elle-même. Il va sans dire que son abondance donne à la masse une structure feuilletée qui lui permet de se diviser en plaques minces et d'épaisseur régulière. Toutefois, ce mode de division, général pour chaque portion de couche examinée séparément, ne s'applique pas à l'ensemble de la formation. Celle-ci, en effet, au lieu de présenter la stratification nette qu'on signale dans les schistes ardoisiers ou dans les roches riches en mica, semble plutôt se comporter à la manière de certains gneiss feldspathiques, c'est-à-dire qu'elle se montre en bancs inégaux dans leur épaisseur, s'interrompant dans leur parcours et se pénétrant mutuellement par leurs extrémités amincies, disposition qui donne aux fragments qui se détachent par leur propre poids, ou qu'on abat par le moyen du pic, une structure esquilleuse en grand. Ce n'est qu'en débitant les blocs qu'on observe la cassure feuilletée dont nous venons de parler.

A cause de leur grande teneur en argile, ces schistes, lorsqu'ils sont exposés aux injures atmosphériques, se délitent promptement et se convertissent au moyen de l'eau en une boue visqueuse. Ils

admettent à divers niveaux quelques couches subordonnées, mais mal réglées et sujettes à des amincissements ou à des interruptions fréquentes, d'un grès friable, à grains fins, composé de quartz blanc, et se couvrant à la surface de cette teinte jaune que nous avons remarquée déjà dans les conglomérats. L'étage qui nous occupe se termine par un banc de grès blanchâtre, puissant de 30 centimètres, très riche en quartz et mélangé de feldspath kaolinisé.

Jusqu'ici nous n'avons passé en revue que des produits formés par voie d'opération mécanique. Il nous reste à mentionner l'existence, à l'état disséminé, de rognons de fer carbonaté lithoïde, généralement peu volumineux, composés de tuniques emboîtées les unes dans les autres, dont la structure est surtout bien indiquée dans les portions extérieures atteintes par les altérations, et que leur teinte ocracée jaunâtre fait aisément reconnaître.

Si j'avais pu disposer librement de mon temps, j'eusse entrepris de rechercher des plantes fossiles dans les argiles bitumineuses. Quelques traces de végétaux mal définies, qu'on rencontre çà et là au milieu des blocs détachés, me font supposer qu'on finira, avec un peu de patience, par y découvrir quelque gîte important d'empreintes, dont la détermination pourrait jeter du jour sur la flore d'une formation si peu connue jusqu'ici en France. C'est une recommandation que je prends la liberté d'adresser aux géologues qui auront occasion de visiter les environs d'Albo.

La puissance de l'étage des schistes bitumineux est de 16^m,40.

Il nous reste à compléter les détails de notre coupe par la description du troisième étage, dont l'épaisseur, ainsi que la composition qui est presque exclusivement calcaire, impriment à cette portion du terrain permien une physionomie toute spéciale. Cette considération nous a engagé à lui donner plus de développement qu'aux deux premiers termes. Les divisions que nous avons tracées étaient toutes écrites sur le terrain même; car, à part quelques variations dans le grain et la présence d'une couche de grès subordonnée, les diverses assises calcaires que nous allons décrire, et qui ont toutes la couleur noire pour caractère commun, sont séparées les unes des autres par des lits de marne ou d'argile.

On y rencontre :

L. Calcaire noir brunâtre, compacte, à grains serrés et miroitants, à cassure conchoïde et franche, éclatant avec sonorité sous le marteau. Il est traversé par des veines minces d'un calcaire spathique blanc. Il a beaucoup de ressemblance avec certains marbres noirs de Belgique. Les parties exposées à l'air ont été altérées plus ou moins profondément, et, de noires qu'elles étaient primiti-

vement, elles deviennent jaunes. On les prendrait alors pour un calcaire ferrifère de l'oolite ferrugineuse. — Puissance : 0^m,40.

M. Schiste marneux grisâtre, jaunâtre à la surface, par suite d'un commencement de décomposition ; renfermant des plaquettes d'un grès fin, jaune et micacé. — Puissance : 0^m,90.

N. Calcaire très noir, rubané et moiré à l'extérieur, massif, à grains fins et subsaccharoïdes, consistant en deux couches bien nettes et de même épaisseur. — Puissance : 0^m,40.

O. Schistes noirâtres, solides dans les parties saines, se désagrégeant dans les parties altérées en petits fragments secs au toucher. J'y ai recueilli quelques débris d'ossements de reptile, dont la fragilité extrême n'a pas permis d'avoir de bonnes pièces. — Puissance : 0^m,30.

P. Calcaire noir, en couches minces, tabulaire, à cassure conchoïde, miroitant par places, traversé dans toutes les directions par des veines spathiques blanches, et contenant en outre des géodes tapissées de cristaux de chaux carbonatée métastatique et rhomboédrique équiaxe. — Puissance : 1^m,30.

Q. Schiste verdâtre, friable, passant à l'argile. — Puissance : 0^m,30.

R. Grès jaunâtre, fin, solide, divisé en compartiments de forme carrée par des fêlures perpendiculaires aux plans des couches. — Puissance : 0^m,30.

S. Calcaire noir-de-fumée ou brun-noirâtre, terne, à cassure largement conchoïde, disposé en couches épaisses et nettement stratifiées. Il ressemble beaucoup au muschelkalk. Il renferme des bivalves dont on ne voit malheureusement que les sections de la coquille qui a été convertie en calcaire blanc spathique. — Puissance : 1^m,20.

T. Schiste argileux grisâtre, se convertissant en une argile poussiéreuse. — Puissance : 0^m,45.

U. Calcaire dolomitique brunâtre, fendillé, à grains miroitants, maculé de jaune et s'égrenant sous les doigts, surtout dans les portions altérées.

Il m'a fourni à l'analyse :

Carbonate de chaux. . . .	58,60
Carbonate de magnésie. .	39,40
Argile et fer.	2,10

100,10

Puissance : 1^m,75.

V. Calcaire dolomitique, jaunâtre, ferrugineux, saccharoïde dans

la cassure, noyé au milieu d'argiles gris-noirâtre. Je n'ai point entrepris l'analyse de cette variété; mais l'effervescence lente qu'elle manifeste au contact des acides me fait admettre qu'elle se réfère à un calcaire magnésien et analogue à celui que je viens de mentionner. — 0^m,35.

X. Calcaire noir, en couches minces, nettement stratifié, semblable au calcaire S; sa puissance n'est que de 4 mètres dans la portion visible de la coupe (fig. 1) sur le coteau que longe la route, expirant à la naissance d'une plaine dans laquelle est bâtie l'anberge d'Alboy. On est obligé, pour juger de son épaisseur totale, de remonter le coteau perpendiculairement à la coupe que nous venons d'étudier et d'arriver jusqu'à la rencontre des grès bigarrés. On s'assure alors que tous les escarpements qui dominent la route, mais d'où l'on ne peut pas les apercevoir, et sur lesquels s'élève le château d'Alboy, sont entièrement occupés par le calcaire noir X dont la figure indiquée ci-dessus ne porte que la base. Ce calcaire ne m'a pas paru différer notablement de ceux que nous avons déjà décrits. Toutefois, il est moins facile, à cause des accidents du terrain et de la végétation qui le recouvre en partie, de déterminer la succession des couches d'une manière aussi rigoureuse que nous avons pu le faire dans les tranchées de la route. — Puissance : 22 mètres.

Sous le château même, nous avons recueilli dans un calcaire noir, mais rempli de paillettes de mica argentin, des fragments de côtes ainsi qu'une dent conique d'un reptile dont nous n'avons pas la prétention de reconstituer l'espèce d'après ces débris incomplets. Les seules coquilles que nous ayons observées se rapportent à des bivalves de petite taille, globuleuses, d'une détermination bien difficile, tant elles font corps et se confondent avec la roche encaissante. Mais, nous le répétons ici, nous ne doutons nullement que des explorations persévérantes ne mettent le géologue, qui pourra y consacrer quelques jours, en possession de documents paléontologiques importants. N'oublions pas de mentionner que les diverses variétés de calcaire que nous avons décrites répandent sous le marteau ou par frottement une odeur fétide qui rappelle le *stinkstein* des Allemands.

En additionnant les épaisseurs des trois étages qui constituent le terrain permien dans les environs d'Alboy où elles peuvent être mesurées d'une manière exacte, nous voyons que le total, qui est de 50 mètres 5 centimètres, se décompose ainsi :

	Mètres.
Pour l'étage des conglomérats.	40,00
Pour l'étage des schistes bitumineux. .	40,40
Pour l'étage des calcaires.	29,65
	50,05

Il ne reste plus pour compléter la monographie du terrain permien d'Alboy, qu'à constater ses relations avec les grès bigarrés. Cette constatation est facile, car le calcaire noir supérieur est dominé, dans la direction de l'est à l'ouest, par des escarpements de grès bigarrés rougeâtres qui, dans le département de l'Aveyron et dans les environs de Rodez notamment, dessinent un des horizons géologiques le mieux défini et le plus facile à saisir. Un sentier partant du château et se dirigeant sur le nord-ouest vous conduit, après un parcours de 200 mètres au plus, aux points de contact du calcaire permien avec le grès bigarré. On voit là, très clairement, que le premier est recouvert par le grès avec concordance de stratification parfaite, mais qu'il n'existe entre eux aucun passage minéralogique, car, là où le calcaire cesse, le grès commence brusquement et sans transition avec tous les caractères qui lui sont propres.

La coupe représentée par la fig. 2, perpendiculaire à la précédente, montre les relations réciproques du grès bigarré, du terrain permien et du terrain houiller, ainsi que la concordance de ces diverses formations entre elles. On avait d'ailleurs déjà la manifestation de ces rapports au-dessous de l'église de Gages où la première faille amène au jour un lambeau de grès bigarré et la partie supérieure du troisième étage permien. Cette coupe donne la succession du terrain depuis Alboy jusqu'à la rencontre de Palanges. Elle dénote que les grès bigarrés, les trois étages permien désignés par les lettres P', P'', P''', ainsi que la formation houillère, sont établis dans des conditions identiques sur la rive gauche de l'Aveyron, où on les voit se redresser vers les roches granitiques qui constituent le fondement du plateau central.

Si, des hauteurs de Palanges, on regagne le pont qui nous a servi de point de départ, en remontant le cours de l'Aveyron et en n'abandonnant jamais le terrain permien, on arrive sur le village de Bennac où sont établis des fours à chaux que l'on alimente avec la pierre calcaire du terrain permien supérieur, et quelques pas plus haut on retrouve le prolongement de la faille de Gages qui vous met en contact avec les bancs les plus élevés de l'oolithe inférieure. Il deviendrait inutile, à cause de cet accident orographique à la

suite duquel le niveau primitif a été dérangé de plus de 270 mètres, de rechercher au delà de la faille le prolongement des formations permienes et houillères. Cependant, comme les couches se relèvent vers le nord du côté de Bertholène et de Layssac où apparaissent de nouveau le trias et le grès houiller, il serait intéressant de constater si, dans ces contrées, le terrain permien s'interpose entre ces deux formations, ainsi que nous l'avons établi pour les environs d'Alboy. Nous n'avons pas pu procéder à cette vérification.

Il n'y a qu'à jeter les yeux sur les deux coupes dont les légendes viennent d'être développées dans la description qui précède pour voir que l'ensemble des couches (qui se dirigent sensiblement de l'est à l'ouest) s'abaisse à mesure qu'on se rend vers Rodez. En effet, à peine a-t-on dépassé l'auberge d'Alboy, qu'on entre dans une plaine occupée par le grès bigarré, puis on recoupe successivement l'étagé des marnes irisées et le lias inférieur; mais, en face du mamelon sur lequel est bâtie la capitale du Rouergue, les couches se redressent de nouveau dans le voisinage du terrain granitique, et sous Rodez même on constate de nouveau l'existence du terrain permien entre l'étagé du grès bigarré et celui des schistes cristallins. Là le terrain houiller fait défaut.

Nous allons fournir de cette localité une description sommaire, mais que nous jugeons suffisante, puisqu'elle ne s'applique qu'à un lambeau très limité et représentant seulement la partie supérieure de la formation permienne.

Un mauvais chemin charretier, tracé à l'angle nord du Forail, laisse cette place sur la gauche et conduit par une pente très roide au ruisseau de Lanterne, qu'il franchit en face du bois de Barran, à un kilomètre au plus de Rodez. On trouve d'abord des bancs d'un micaschiste glanduleux rougeâtre passant au gneiss, et bientôt après, en face d'une ferme sise à gauche du sentier, dans le quartier dit *Prés-d'Aure*, sur une arête placée entre deux faibles cours d'eau qui se détachent du plateau même qui supporte Rodez, on voit cette roche cristalline coiffée par une calotte de calcaire noir-brunâtre, régulièrement stratifiée, que recouvre à son tour la masse puissante des grès bigarrés qui s'étend au nord de Rodez. (Voy. la fig. 3.)

Les bancs de micaschiste sont presque verticaux, tandis que les grès bigarrés et le calcaire permien se dirigent de l'est à l'ouest avec une inclinaison de 22 degrés vers le nord. Ainsi que nous l'avons déjà remarqué à Alboy, les deux formations sont concordantes, et l'on n'observe entre elles aucun passage minéralogique.

La puissance du calcaire ne m'a pas paru s'élever à plus de 10 à 12 mètres, et encore le voit-on s'amincir graduellement à mesure qu'on se rapproche de Lauterne, et, avant même d'en atteindre les bords, il cesse complètement. Il est alors débordé par les grès bigarrés qui reposent sans son intermédiaire sur les micaschistes, ainsi que l'indique la figure 4, qui représente la coupe de la berge droite de Lauterne, tandis que la figure 3 représente celle de la berge gauche. Ces variations brusques, s'accomplissant dans un rayon de 500 mètres au plus, tendraient à faire considérer la calotte calcaire des Prés-d'Aure comme une dépendance du grès bigarré, dont elle ne serait qu'un simple accident minéralogique si la formation permienne dans l'Aveyron était réduite à ce lambeau insignifiant. Mais les caractères que nous lui avons reconnus à Alboy, et la présence au-dessous de lui de deux étages de composition différente, indiquent suffisamment l'importance et la continuité du dépôt, tout en démontrant que les limites de la mer permienne se trouvaient sous l'endroit occupé aujourd'hui par l'emplacement de Rodez, et que le fond relevé du bassin sur ce point ne lui a permis de recevoir que l'étage supérieur, les étages des schistes et des conglomérats ayant d'abord comblé les inégalités les plus profondes. La formation permienne a donc dû prendre une configuration de plus en plus étalée, à mesure qu'il s'établissait des dépôts plus récents. On conçoit très bien alors que ces derniers, tout en recouvrant les plus anciens, ont dû les déborder et atteindre un niveau et des points que les schistes et les conglomérats n'ont pu recouvrir; d'où l'isolement apparent du calcaire permien dans le quartier des Prés-d'Aure.

Nous n'avons pas à nous étendre plus longuement sur les accidents de composition que présente le terrain permien de Rhodéz. Nous y retrouvons les mêmes calcaires brunâtres qu'à Alboy; seulement ils paraissent chargés d'une plus grande proportion d'oxyde de fer, à en juger par la teinte jaunâtre des bancs exposés à l'air. Ils sont tous aussi plus ou moins magnésiens; on y rencontre même de véritables dolomies compactes et des dolomies terreuses constituant la variété désignée par les Allemands, sous le nom d'*asche*.

J'ai trouvé pour la composition de ces dernières :

Carbonate de chaux. . .	51,25
Carbonate de magnésie. .	40,23
Oxyde de fer et argile. .	8,52

100,00

d'où l'on peut tirer la formule de la dolomie $\text{Ca MC}^4 = \text{Ca C}^2 + \text{MC}^2$.

Deux autres échantillons analysés m'ont donné de 27 à 32 pour 100 de carbonate de magnésie ; d'où l'on voit que leur composition n'offre rien de précis.

Un banc subordonné de calcaire est remarquable par la quantité prodigieuse de mica argentin, ainsi que par les grains de quartz qu'il contient. Soumis à l'attaque de l'acide azotique, un échantillon a laissé un résidu insoluble équivalent au huitième du poids. Ce calcaire micacifère renferme quelques écailles de poissons.

Une particularité remarquable que nous n'avons pas eu l'occasion d'observer dans les environs d'Alboy caractérise les calcaires de Rodez, lesquels sont pénétrés dans tous les sens par des veines et des nids de baryte sulfatée blanche et rose, qui s'y trouvent mélangés avec du carbonate de chaux spathique. Ce sulfate est contemporain de la roche qui le renferme, car il est souvent emprisonné dans sa masse même et en si grande abondance, qu'il semble en devenir un des éléments constituants. Faudrait-il voir dans la présence de ce sel pierreux, qui est une des gangues les plus répandues dans les filons métallifères, l'intervention de la même cause qui a pénétré les schistes permien de Mansfeldt, des sulfures variés qui ont fait leur célébrité ? Cette opinion ne paraîtra pas certainement trop téméraire, si l'on réfléchit qu'il se produit chaque jour de nouveaux exemples de l'introduction de sulfures métalliques accompagnés de baryte au milieu de roches fossilifères.

L'envahissement par les grès bigarrés de la région comprise entre Rodez et Alboy ne permet pas de constater d'une manière directe l'existence du terrain permien dans l'intervalle de ces deux points où il se montre au jour ; mais on peut se prononcer pour l'affirmative ; au surplus, le problème sera bientôt résolu. M. Bronac, se laissant guider par l'analogie, a eu l'heureuse idée de rechercher la houille sur la rive droite de l'Aveyron, au-dessous même du terrain permien, et il fallait, pour tenter ce coup hardi que le succès a complètement justifié, une connaissance bien exacte des terrains et de leurs rapports réciproques ; car cette entreprise avait contre elle, à son début, tous les routiniers en exploitation qui parlaient de ce principe, que, là où affleuraient des couches calcaires, quels que fussent d'ailleurs leur âge et leur position, il n'existait aucune chance de trouver de la houille. Un nouveau puits en foncement établi en aval de celui d'Alboy, un peu au-dessus du moulin de Berguada, est ouvert dans le grès bigarré même, et il doit recouper les couches de cet étage d'abord et celles du terrain

permien entier ensuite, avant d'atteindre la formation houillère (1) : si les choses se comportent sur ce point comme à Alboï, ce qui est vraisemblable, elles auront résolu en partie la question de la continuité du terrain houiller, non-seulement sous le terrain triasique, mais encore sous les vastes plateaux calcaires connus par le nom de *causses* de Concoures, qui masquent une dépression du terrain primitif, dont les rebords se redressent vers la périphérie, et sont marqués par des bassins houillers qui ont été déjà l'objet de plusieurs concessions.

Avant les remarquables travaux de M. de Verneuil sur la géologie de la Russie, le terrain permien, qu'on désignait par la dénomination de terrain pénéen, n'était réellement bien connu que dans quelques contrées de l'Allemagne centrale et de l'Angleterre. Bien que pour l'assimilation et la comparaison d'une même formation géologique observée sur deux points du globe éloignés l'un de l'autre, on ne doive pas attacher une grande importance aux caractères purement pétrologiques, il ne faut cependant pas les négliger quand ils existent réellement. Le terrain permien, dans la Thuringe, le Mansfeldt et la Franconie, que l'on considère comme les contrées classiques de son développement, comprend trois étages distincts : 1° celui du grès rouge, désigné par les Allemands par le nom de *Rothtodliegende* ; 2° l'étage des *schistes* (*Kupferschiefer*) ; 3° l'étage du *Zechstein* qui est calcaire.

Or, nous retrouvons dans le département de l'Aveyron un terrain permien également composé de trois termes, dont le premier (celui des conglomérats) correspond au *Rothtodliegende*, le second (étage des schistes) aux schistes de la Thuringe, et le troisième (celui du calcaire) au *Zechstein*. La ressemblance se poursuit même dans des particularités qu'on a le droit de considérer comme insignifiantes, surtout dans l'étage supérieur. Ainsi, les calcaires magnésifères et les dolomies rappellent la *rauchwacke* et l'*asche* ; les calcaires d'Alboï compactes, grenus, fétides par percussion, rappellent le *Stinkstein* des Allemands. Enfin cette similitude est complétée par la présence, dans l'Aveyron, des veines de spath calcaire blanc, des grains de quartz et de mica que l'on retrouve également dans le *zechstein* d'Allemagne. Dans les écailles de poissons recueillies à Rodez, et dans les ossements de reptiles découverts à Alboï,

(1) Le puits d'Alboï, ouvert dans les schistes bitumineux (deuxième étage permien), a traversé deux couches de houille : la première, épaisse de 2^m,25, à 58 mètres de profondeur, et la seconde, épaisse de 2 mètres, à 94 mètres.

n'est-il pas permis de voir les représentants des *Palæothrissum* et des *Monitors* qui caractérisent le kupferschiefer? Si toutefois, à cause de l'insuffisance des arguments paléontologiques, on pouvait hésiter à reconnaître un vrai terrain permien dans le nouveau terrain que nous venons de signaler, le doute, au point de vue de sa position stratigraphique, ne saurait être permis, car il deviendrait nécessaire d'assigner une place et un rang à une formation puissante de plus de 50 mètres, intermédiaire du grès houiller et des grès bigarrés, et qui n'appartient ni à l'un ni à l'autre de ceux-ci : or, cette place et ce rang, le terrain permien l'occupe seul.

SECONDE PARTIE. — TERRAIN PERMIEN DES ENVIRONS DE LODÈVE
(HÉRAULT).

L'existence du terrain permien dans le département de l'Aveyron me remit en mémoire, sur les lieux mêmes où je la constatais, le conflit d'opinions qui s'était élevé entre divers géologues et paléontologistes, relativement à l'âge des ardoises phytifères des environs de Lodève. Je fus curieux de les étudier sur place et d'en établir la comparaison avec le terrain des alentours d'Alboÿ.

On sait que M. Adolphe Brongniart, dans son tableau des genres des végétaux fossiles (1), a attribué à la période permienne les plantes recueillies dans les schistes bitumineux du pays de Mansfeldt, celle du grès de la Russie et enfin celle des environs de Lodève. Voici en quels termes ce savant s'exprime sur les provenances de cette dernière localité : « Les ardoises de Lodève, considérées par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont comme dépendant du grès bigarré, mais si différentes du grès bigarré des Vosges par leur flore, sont-elles classées avec plus de raison dans cette période (permienne), qui serait ainsi une sorte de passage de la période houillère, si bien caractérisée, à la période vosgienne ou du grès bigarré, qui en diffère d'une manière si tranchée? »

Ces doutes, la description du terrain pourra les faire disparaître. C'est cette considération qui nous engage à publier le résultat de nos investigations.

La ville de Lodève est bâtie sur un îlot de terrain de transition enclavé au milieu des grès bigarrés et des terrains jurassiques. La rivière de l'Ergue, qui la sépare en deux portions inégales, coule sur une faille qu'on aperçoit très bien dans son lit et qui met en

(1) Extrait du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, Paris, 1849.

contact une partie de la formation permienne dont les couches sont peu inclinées avec des schistes satinés, phylladiens, et des grès fins, rougeâtres, appartenant aux terrains de transition et qui sont presque verticaux (voyez la fig. 5). Quand on suit la route de Bédarieux, c'est-à-dire quand on tire vers le sud-est, et qu'on a dépassé les dernières maisons et les enclos sous lesquels s'efface la nature du sous-sol, on arrive à un point de la route, connu sous le nom de *Saut de la Novio* (*Fiancée*) qui, à la droite de l'observateur, est dominé par un escarpement taillé dans les grès bigarrés et est séparé à sa gauche, au moyen d'un parapet, d'un effondrement creusé dans un terrain noirâtre par un des affluents de l'Ergue, la Soulongre. Les grès bigarrés, que leur couleur amarante fait reconnaître de loin, consistent en des alternances d'argiles et de roches arénacées. Au *Saut de la Novio* même, ils sont supportés par un système de schistes noirs, très fenillets, susceptibles de se déliter avec facilité et de se convertir en une roche pourrie et friable. Dans les portions que l'altération n'a pas encore atteintes, on reconnaît des psammites très fins, micacifères, à structure, sinon à consistance ardoisée, des argiles bleuâtres, ternes, à cassure inégale et à surface raboteuse ou bosselée. Cet ensemble de couches, dont la puissance est de 40 mètres environ, s'enfonce sous le lit du ruisseau et se termine presque en face contre le terrain de transition; de plus, comme vers le nord-ouest il est étouffé par les grès bigarrés, on se trouve ramené immédiatement dans les jardins et dans la ville, si on les suit sur les deux berges du ruisseau.

Les notions sur le terrain permien de Lodève seraient à coup sûr bien incomplètes, si elles se bornaient au lambeau que nous venons de mentionner; mais heureusement nous retrouvons son prolongement sur la rive gauche de l'Ergue porté par la faille à un niveau plus élevé, ce qui nous permettra d'étudier d'une manière directe ses rapports avec le complément de la formation dont il dépend, ainsi qu'avec le terrain houiller des environs du village de Soumont qui le supporte.

On a une excellente coupe en se rendant de Lodève au quartier dit de la *Tuilière* où existent les principales exploitations des ardoises, en suivant le ravin de la montagne des *Yeuses* qui débouche dans l'Ergue, presque en face de la ville. La figure 5 donne la succession des bancs que j'ai traversés. J'avais l'avantage d'être guidé, dans cette excursion, par MM. Gounin, Cavet et Melet, amateurs de géologie, auxquels les détails de la contrée sont très familiers, et je dois à leur obligeante intervention le

bénéfice d'avoir été conduit sur tous les points qui pouvaient intéresser l'objet de mes recherches.

Nous ne nous occuperons point ici de décrire le terrain de transition avec dykes de basalte que nous avons traversés jusqu'au-dessus du coude que fait le sentier quand il franchit la dépression qui reçoit les eaux de la montagne des *Yeuscs*. On marche généralement sur des schistes phylladiens satinés et sur des calcaires saccharoïdes gris dont les couches sont presque verticales. A quelques mètres au-dessus du ravin le terrain change, et jusqu'au sommet de la montagne on marche sur un terrain dont les bancs sont très peu inclinés, et dont les roches variées s'écartent, par leur composition, et des formations plus anciennes sous-jacentes et des grès bigarrés qui les recouvrent.

On rencontre d'abord (fig. 5):

A. Des bancs épais d'un conglomérat composé de quartz, de grès solide rougeâtre, de schistes argileux et de calcaire saccharoïde qu'on observe dans les environs: on y reconnaît, en effet, tous les représentants du terrain de transition, ainsi que des fragments de granite et de micaschiste. Le volume des blocs varie depuis la grosseur d'un œuf d'autruche jusqu'à celle d'un grain de sable. La plupart d'entre eux sont anguleux et n'ont pas dû être amenés de bien loin; d'autres, au contraire, tels que les quartz, sont passés à l'état de cailloux. Tous ces divers matériaux sont noyés dans des roches de même nature, mais triturées et converties en sable libre ou agglutiné: ils paraissent avoir été amoncelés, sans ordre ni triage, suivant le volume, par l'effet d'un courant très violent. Il serait réellement difficile de distinguer, dans cet amas incohérent, des lignes distinctes de stratification. — Puissance, 12 mètres.

B. Grès ferrugineux, fin, composé de grains de quartz, de grosseur égale, de couleur jaune, mélangé d'argile ocracée, et disposé en bancs minces et bien réglés. Les interstices et les fissures sont remplis de baryte sulfatée lamellaire, blanche. Cette substance s'observe dans tous les bancs inférieurs aux schistes bitumineux que nous devons rencontrer plus tard. — Puissance, 8 mètres.

C. Schiste cotriculaire, gris pâle, donnant une odeur prononcée d'argile par insufflation, à grains serrés et cassure plane dans le sens des couches, conchoïde dans le sens transversal. — Puissance, 2 mètres.

D. Grès fin, ferrugineux, micacifère. — Puissance, 12 mètres.

E. Conglomérat analogue au conglomérat A, mais à fragments moins volumineux. — Puissance, 4 mètres.

F. Grès ferrugineux. — Puissance, 4 mètres.

G. Dolomie saccharoïde jaune, très solide, devenant, à la partie inférieure, une véritable brèche polygénique à cause de la grande abondance de fragments anguleux de roches étrangères qu'elle contient. On y reconnaît des cipolins, du calcaire saccharoïde, des schistes argileux, des grès rougeâtres et du quartz arrachés au terrain de transition environnant. Ces fragments deviennent de moins en moins volumineux et de plus en plus rares dans les couches supérieures : aussi, les derniers bancs sont-ils exclusivement formés de dolomie. On y observe de nombreuses géodes dont l'intérieur est tapissé de petits cristaux de calcaire nacré qu'au premier aspect on serait tenté de prendre pour du talc argentin. — Puissance, 18 mètres.

H. Dolomie jaune, friable, tachant les doigts, se réduisant avec facilité en un sable brillant. Elle contient des fragments d'ossements de reptiles. — Puissance, 4 mètres.

I. Schiste bitumineux noirâtre, solide et très feuilleté, terne dans la cassure, mais offrant une multitude de taches brillantes, charbonneuses, dues à la décomposition des végétaux, répandant, en brûlant, une forte odeur bitumineuse, beaucoup de fumée, et laissant pour résidu une carcasse jaunâtre, sèche au toucher et d'apparence tripoléenne. On y observe, mais rarement, quelques renflements autour desquels les feuillets se replient et composés d'une matière jaune offrant la plus grande ressemblance avec certains coprolites de Lyme-Regis. — Puissance, 1^m,50.

K. Schiste ardoisier, d'un gris bleuâtre terne, très solide, chantant sous le marteau à la manière des phonolites, parsemé de paillettes de mica, très tenace, et contenant en grande abondance ces empreintes végétales qui ont établi leur célébrité. — Puissance 14 mètres.

L. Grès à grains très fins et très serrés, noir-grisâtre, micacifère, et ressemblant à un quartzite métamorphique du terrain de transition, se séparant en plaques à faces parfaitement unies et parallèles, mais ne pouvant être employées comme ardoises à cause de leur trop grande épaisseur. On y remarque, mais en bien moins grande quantité que dans les schistes ardoisiers, des empreintes végétales. Les parties exposées depuis longtemps à l'air se recouvrent d'une patine superficielle de couleur chocolat qui le fait ressembler à des pierres lithographiques prêtes à rece-

voir le dessin. Cette propriété, les ardoises la partagent aussi. — Puissance, 0^m,65.

M. Schiste argileux et argiles noirâtres, fissiles et friables, analogues à ceux que nous avons signalés au *Saut de la Novio* et occupant le même niveau géologique. On est obligé de s'en débarrasser pour parvenir aux bancs exploitables d'ardoises. — Puissance, 11 mètres.

Au-dessus, et dans leur prolongement, se trouvent les grès bigarrés.

La puissance totale de la formation permienne depuis le ravin des *Yeuses* jusqu'au-dessus de la *Tuilière* est par conséquent de 91^m,15. Elle se divise nettement en trois étages : 1° celui des conglomérats et des grès dont l'épaisseur est de 42 mètres ; 2° celui des dolomies, épaisseur, 22 mètres ; 3° celui des schistes, épaisseur, 27^m,15.

Nous ne retrouvons point à Lodève les mêmes divisions que dans les environs d'Alboy, puisque les ardoises qui représentent l'étage schisteux sont supérieures aux dolomies ; mais la présence d'un dépôt puissant de conglomérats et de grès à la base et des dolomies dans l'épaisseur de la formation indique suffisamment qu'à part quelques variations locales qu'explique l'éloignement des deux contrées, le terrain permien de l'Hérault et de l'Aveyron a été déposé sous l'influence d'actions à peu près identiques. Nous avons déjà dit que toute la masse inférieure aux ardoises était pénétrée de sulfate de baryte ; particularité qui rappelle les dolomies de Rodez, dans lesquelles ce sulfate abonde pareillement.

Le terrain permien au-dessus de la *Tuilière* se continue dans la montagne qui est en face, et les couches qui sont d'abord inclinées vers Lodève deviennent horizontales au sommet de la montagne des *Yeuses*, puis, elles s'abaissent en sens opposé vers le mas Arnaud, commune du Bosc, où elles sont recouvertes en concordance de stratification par le grès bigarré.

La faille de l'Ergue a eu pour résultat d'exhausser considérablement la chaîne de montagnes qui se dresse à l'est de Lodève, et par conséquent de porter le terrain permien, ainsi que les grès bigarrés sur la rive gauche de l'Ergue à un niveau bien plus élevé que celui que ces formations atteignent sur la rive droite de cette rivière où prédominent les grès bigarrés et où le terrain permien est réduit au simple lambeau qui représente les argiles supérieures M.

Quand de la *Tuilière* on se dirige par les vignes vers le village de Soumont, on voit la formation permienne recouvrir en concordance de stratification un grès plus solide, très micacifère,

alternant avec des argiles friables, et dans lequel on rencontre de nombreuses impressions de tiges appartenant à des *Sigillaria* et à des *Calamites*. Ce grès, inférieur aux conglomérats permien, est une dépendance du terrain houiller, et occupe par conséquent la même position que celle que nous avons signalée vers Alboï.

MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy avaient très bien distingué ce grès houiller du grès de transition qu'on observe près de Soumont. On ne sera pas fâché de connaître l'opinion de ces deux savants sur cette question. Voici en quels termes ils s'expriment : « Le grès bigarré de Lodève offre une circonstance intéressante et dont nous ne connaissons pas un second exemple : c'est la présence de couches schisteuses d'un grès bleuâtre terne, renfermant beaucoup d'impressions végétales. Les couches exploitées pour ardoises paraissent, au premier abord, par leur couleur, distinctes du grès bigarré, et on pourrait les confondre, soit avec le terrain houiller, soit avec le terrain de transition; mais on reconnaît bientôt qu'il existe une grande différence entre les roches de ces terrains que nous comparons. Le schiste argileux de transition, qui ressort de tout côté dans les environs de Lodève, est bleuâtre, luisant et satiné. Ses couches, fortement tourmentées, sont verticales, tandis que celles du schiste sont presque horizontales. Cette roche est, en outre, associée avec un grès quartzeux tout à fait étranger au terrain de transition (1). »

On voit seulement que ces deux auteurs auxquels la présence des dolomies a échappé, frappés de la concordance qui existe entre les schistes ardoisiers et les grès bigarrés, ont réuni les deux terrains en un seul, tout en reconnaissant aux premiers un faciès et une composition exceptionnels. Nos coupes d'Alboï et celle que nous donnons de la montagne des *Yeuses* ne peuvent guère laisser de doutes, à notre avis, sur l'existence en France d'un représentant du terrain permien, sinon aussi étendu, du moins aussi nettement caractérisé qu'en Allemagne. Mais, dans ce cas-ci, la paléontologie étant d'accord avec la stratigraphie pour légitimer et corroborer nos conclusions, on ne trouvera pas déplacée, nous l'espérons, l'énumération des végétaux fossiles, déterminés et reconnus par M. Ad. Brongniart.

FOUGÈRES.

Nevropteris Dufrenoyi (Brong.).

Sphenopteris artemisiæfolia (id.).

— *tridactylitis* (id.).

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 444.

- Sphenopteris platyrachys* (id.).
Alethopteris Christolii (id.).
Callipteris heteromorpha (id.).
 — *Carronii* (id.).
Pecopteris hemitelioides (id.).
 — *oreopteridius* (id.).
 — *plumosa* (id.).
 — *abbreviata* (id.).
 — *dentata* (id.).
 — *Lodevensis* (id.).

ASTÉROPHYLLITÉES.

Annularia floribunda (Sternb.).

CONIFÈRES.

- Walchia Schlotheimii* (Brong.).
 — *piniformis* (Sternb.).
 — *Sternbergii* (Brong.).
 — *Eutassæformis* (id.).
 — *hypnoides* (id.) (1).

Ces plantes sont entièrement étrangères au terrain de transition ainsi qu'à celui des grès bigarrés. Il n'en est pas de même pour le terrain houiller : une grande partie de la flore de Lodève est analogue à celle de ce terrain. Cependant elle contient quelques plantes plus modernes, et que M. Brongniart compare à celles du schiste bitumineux de Mansfeldt. Telles sont les conclusions du savant auteur de l'*Histoire des végétaux fossiles*.

Qu'il nous soit permis, en terminant ce travail, d'invoquer en faveur de notre opinion, le témoignage précieux que nous trouvons dans un mémoire de M. Fournet sur les terrains anciens et secondaires du Languedoc, où ce géologue constate, dans les environs de Neffiez, l'existence de la formation permienne, en s'appuyant sur les données fournies par les empreintes végétales, par les restes organiques ainsi que par la découverte de coprolites bitumineux, contenant en même temps de la pyrite cuivreuse, de la galène et du sulfure de fer. L'ensemble de la formation est essentiellement dolomitique. Les fossiles qu'il y cite sont les suivants :

Nevropteris Dufrenoyi.
Callipteris Wangenheimii.

(1) *Tableau des genres des végétaux fossiles*. — Extrait du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, p. 400. — *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 445.

Tæniopteris vittata.

— *antiquior.*

Walchia Schlotheimii.

— *Eckardii.*

— *piniformis.*

Asterophyllites.

Empreintes de poissons.

Tête de petit Saurien.

Coprolites (1).

On y remarquera, outre la flore de Lodève, la *Callipteris Wangerheimii* et la *Tæniopteris Eckardii*, dont l'une est spéciale au terrain permien de Russie et l'autre à celui de la Thuringe.

Bien que la communication de M. Fournet se borne à un simple énoncé et ne fournisse aucun détail de composition, elle suffit cependant pour démontrer qu'il existe à Neffiez, entre la formation houillère et la formation triasique, un terrain non encore décrit et qui, avant les travaux de M. Fournet, n'était pas reconnu officiellement.

Besançon, 28 décembre 1854.

Note. — Ce travail était déjà rédigé et envoyé à Paris, lorsque, dans la séance de la Société d'émulation du Doubs du 26 décembre 1854, M. Pidancet a donné les conclusions d'un mémoire qu'il a composé sur le terrain d'arkose de la Forêt de la Serre (Jura), de la Bourgogne et du Charolais. Ce géologue distingue nettement au-dessus des formations houillères et granitiques deux étages de grès, dont l'un, le plus inférieur, représente le terrain permien, et le second, décrit sous le nom d'arkose, représente le grès bigarré. Le terrain permien, dont il a rapporté de superbes échantillons de *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, recueillis par lui dans la forêt de la Serre et dans le département de Saône et-Loire, se montre constamment discordant avec les arkoses, tandis que celles-ci sont concordantes avec le muschelkalk et les marnes irisées. Ce fait, suivant M. Pidancet, est général et doit faire disparaître les divergences d'opinions qui ont été mises en avant sur la position et l'âge des arkoses; surtout il va droit contre les raisonnements de ceux qui, introduisant ces roches dans le grès bigarré, les plaçaient néanmoins en discordance avec les autres termes de la formation triasique.

Cette communication importante, et qui a l'avantage de s'appuyer

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. VIII, p. 53.

sur des faits bien constatés de position et des arguments paléontologiques irrécusables, démontre que le terrain permien dont l'existence en France était à peine soupçonnée, il y a quelques années, y occupe une large place dans la série des formations stratifiées, et qu'il présente une flore identique sur des points fort éloignés les uns des autres. Si, relativement au terrain permien et aux arkoses de la Bourgogne et du Charolais, il est juste de reconnaître avec M. Pidancet que la plupart des géologues qui s'en sont occupés sont tombés dans des confusions assez grandes, il est juste aussi d'excepter de ce nombre les auteurs de la *Carte géologique de la France*, ainsi que MM. Burat et Rozet. Ce dernier observateur, dans son mémoire intitulé : *Sur les montagnes qui séparent le Rhône et la Saône de la Loire* (*Mém. de la Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. IV, p. 104 et suivantes), a franchement séparé sous le nom de *grès rouge* ou de *rothes todtliegende* le terrain permien de M. Pidancet du terrain d'arkose qui lui est supérieur, qu'il place à la base du trias, et dont il constate l'alternance avec les premières couches des marnes irisées (p. 107). MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy à leur tour ont explicitement reconnu la présence du terrain permien dans les mêmes contrées, en se fondant sur des caractères de composition minéralogique, ainsi que sur des indices de soulèvement signalés par M. Burat, et que ce géologue rattache au *système du Rhin*. Au surplus, voici en quels termes s'exprime le texte : « C'est probablement cette circonstance qui a conduit plusieurs géologues, et notamment M. Rozet, à faire deux divisions dans ce terrain arénacé, l'une sous le nom de *grès rouge*, l'autre sous celui de *grès bigarré*. L'observation de M. Burat donne du poids à l'opinion de M. Rozet, en montrant qu'il existe une différence de stratification entre le grès qui recouvre le terrain houiller d'Autun et les marnes irisées. Toutefois, le passage que l'on observe entre les différents grès colorés en rouge des environs d'Autun et du Creuzot ne nous a pas permis d'en distinguer les époques dans la *Carte géologique*. Comme le grès bigarré est de beaucoup le plus abondant, et qu'il présente dans son passage aux marnes irisées un indice non équivoque de son âge géologique, nous avons colorié le tout sous le nom de *trias*. » (*Explication de la Carte géologique de la France*, t. II, p. 102.)

Il était difficile, comme on le voit par cette citation, d'établir la distinction du grès *permien* d'avec les *grès bigarrés*, avec plus de clarté et de sage réserve que ne l'ont fait MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy. Or, c'est justement dans les grès rouges que le soulèvement du système du Rhin a séparés des arkoses, que M. Pidancet

a découvert les *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides* : c'est aussi dans leurs équivalents que nous avons signalé et recueilli les mêmes plantes, dans les départements de l'Aveyron et de l'Hérault. Il ne peut donc, à notre avis, subsister le moindre doute sur l'âge permien de ces divers dépôts, dont celui des environs d'Albo, au point de vue minéralogique, offre le développement le plus complet, et peut être choisi comme le type classique.

Séance du 22 janvier 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Victor Thiollière, *Sur les travaux de la Réunion extraordinaire de la Société géologique, à Valence, en septembre 1854* (communication faite à la Soc. I. d'agricult. et d'hist. nat. de Lyon, séance du 9 novembre 1854), in-8, 9 p. Lyon, 1854, chez Barret.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 1^{er} sem., t. XXXVIII, tables; — 1855, 1^{er} sem., t. XL, n° 3.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. II, 1854, 1^{re} part., *Bulletin des séances*, f. 14-19.

L'Institut, 1855, n° 1098.

The quarterly journal of the geological Society of London, vol. X, part 4, novembre 1854, n° 40.

The Athenæum, 1855, n° 1421.

Revista minera, 1855, n° 112.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde, de MM. de Leonhard et Bronn, 1854, 6^e cahier.

Natuurkundig Tijdschrift, etc. (Bulletin des sciences naturelles pour l'Inde Néerlandaise), t. VI, nouv. sér.; t. III, 5^e et 6^e livraisons, in-8. Batavia, 1854, chez Lange et Cie.

M. Élie de Beaumont présente ses remerciements à la Société pour l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Notes sur les bancs pourris des carrières, par M. Th. Ébray, ingénieur civil.

1^o Considérations générales.

Tout ingénieur qui s'assure par lui-même de la bonne qualité des matériaux peut observer quelquefois les bancs épais, mais généralement assez minces, contenant une grande quantité de fossiles qui rendent la pierre tout à fait impropre aux constructions.

Les bancs inférieurs et supérieurs à ces couches extraordinaires, toujours plus épais, ne contiennent presque pas de traces d'êtres organisés, et, lorsqu'ils en contiennent, ce ne sont que des fossiles appartenant aux mers profondes.

L'existence de ces bancs pourris (terme assez bien choisi par les ouvriers des carrières) dénote certainement une crise géologique ; j'examinerai quelles sont les causes qui ont pu produire un changement si subit dans la nature des dépôts marins.

L'étude de ces causes se rattache à des considérations géologiques importantes ; je tâcherai donc, après avoir mis beaucoup de soins dans l'étude des phénomènes, de traiter la question le plus sérieusement possible.

Je vais rechercher d'abord quelles sont les lois suivant lesquelles varie tout ce qui a été créé.

Tout corps organisé ou non organisé, vivant de la vie simple, comme le métal qui augmente de volume dans une dissolution de même substance, ou vivant d'une vie composée, comme les animaux et les végétaux, est soumis à deux forces opposées, l'une, que je puis appeler force vitale, qui tend à conserver ce qui existe, l'autre, que l'on peut nommer force morbide, qui tend à détruire.

Ces deux forces n'existent pas seulement dans chaque individu, mais elles se remarquent aussi dans la loi de croissance des familles, des genres et des espèces : tout phénomène dans la nature est un effet de ce grand combat.

Mais quel est le mode de variation de ces forces ? Je ne dirai que ce qui est nécessaire à l'étude du cas spécial qui nous occupe, c'est-à-dire l'explication des bancs pourris.

Les causes de destruction sont ou bien subites et accidentelles, ou bien elles sont lentes et naturelles.

Elles sont subites, lorsqu'un accident extérieur ou intérieur, non en harmonie avec ce qui existe, vient anéantir l'individu; elles sont naturelles, lorsque aucun accident ne vient troubler le combat des deux forces dont je viens de parler.

Les causes subites, en paléontologie, peuvent être dues :

1° A un changement brusque de température qui met les familles, les genres et les espèces dans des conditions pour lesquelles ils n'ont pas été créés;

2° A une surélévation ou à un abaissement du niveau des eaux ;

3° Aux grands courants géologiques.

Les causes naturelles varient :

1° Suivant la vitalité donnée aux familles, aux genres et aux espèces ;

2° Suivant les transformations plus ou moins lentes du milieu pour lequel les êtres ont été primitivement créés.

Les causes de destruction ou de conservation naturelles sont celles qui font persister les espèces d'un étage à l'autre ; les causes de destruction subite sont celles qui anéantissent les faunes presque tout entières ;

La première contribue à confondre les étages ; la seconde tend à les séparer nettement.

2° Description des couches pourries du terrain jurassique.

L'oolite inférieure ou l'étage bajocien contient plusieurs couches spécialement chargées de fossiles ; à la base, dans le département des Deux-Sèvres, se trouve une couche à oolites ferrugineuses, pétrie de fossiles, entre autres, l'*Ammonites Murchisoni* ; au-dessus se trouvent des dépôts inorganiques peu puissants, surmontés eux-mêmes d'une seconde couche fossilifère, mais ne contenant presque plus d'*Ammonites Murchisoni*. Les espèces dominantes sont : l'*Ammonites discus*, *niortensis*, *Humphriesianus*, *Parkinsoni*. Au-dessus de cette couche se présentent des dépôts puissants ne contenant que de rares fossiles, appartenant aux mers profondes, et qui se retrouvent jusqu'aux premières couches de la grande oolite.

La grande oolite contient une couche pourrie, pétrie de fossiles, principalement l'*Ammonites arbustigerus*, *sub-Backerice* (*Parkinsoni*?), *polymorphus* ; une espèce très grande de Térébratule, ressemblant un peu à la *Terebratula spheroidalis* de l'étage bajo-

cien, mais qui paraît cependant constituer une nouvelle espèce par l'absence de plis concentriques à la région palléale, par une commissure plus droite, enfin par un crochet moins saillant. Je l'ai nommée *Terebratula rotunda* dans la collection que j'ai envoyée à la Société des ingénieurs civils.

On y rencontre aussi une nouvelle espèce d'Ammonite, dont je donnerai la description, lorsque je publierai la carte géologique du département de la Vienne, et à laquelle j'ai donné le nom de *Ammonites semistriatus*.

Enfin on y trouve une espèce de Nautilé, qui n'est décrite nulle part. Elle est contenue dans tout l'étage de la grande oolite; on pourra lui donner le nom de *Nautilus bathoniensis*; ce fossile est assez commun dans l'étage.

On rencontre dans cette couche des fossiles de tout âge: sur 10 individus, il y en a 5 jeunes, 4 adultes et 1 vieux.

L'*Ammonites bullatus* y est assez rare; je possède deux échantillons provenant de ce dépôt.

Les espèces non rencontrées sont: l'*Ammonites macrocephalus*, *microstoma*, *Herveyi*, *hecticus*.

Le banc pourri diffère aussi des autres par sa composition minéralogique; le grain des bancs supérieurs est fin, régulier; la pierre se casse et se délite en ligne droite; tandis que la pierre du banc pourri exhale une odeur fétide; au lieu d'être blanche, elle est verdâtre; sa texture fibreuse dénote qu'elle a été soumise à une forte pression; elle se délite irrégulièrement, et les fossiles qu'elle contient sont généralement comprimés et déformés.

Le banc pourri de la grande oolite a 0^m,300 à 0^m,35 d'épaisseur; les bancs voisins, inférieurs et supérieurs, ont 1^m,50 à 2 mètres.

Au-dessus de ces bancs puissants se trouvent les derniers dépôts côtiers des mers bathoniennes; ils contiennent les *Ammonites bullatus*, *microstoma*, *Backerice*, *Herveyi*, etc., etc.

Les fossiles sont assez régulièrement répandus dans cette portion de l'étage qui a abandonné tous les caractères de compression et de surélévation prompte du niveau des eaux. Le callovien ne contient pas de bancs pourris; la partie supérieure de cet étage paraît contenir plus de fossiles, comme sur tout le littoral anglo-parisien, de Poitiers à Pas-de-Jeu.

L'étage oxfordien a son banc pourri que l'on peut suivre aux environs de Poitiers, et offre le même caractère que celui du bathonien; tous les fossiles, excepté le *Nautilus hexagonus* et un petit nombre d'autres, sont spéciaux à l'étage oxfordien.

3° *Recherche de la cause des bancs pourris.*

Tous les céphalopodes morts sans avoir eu leur coquille percée sont jetés à la côte par suite des loges aériennes qui ne peuvent se vider.

Les côtes, comme tout le monde peut le savoir, doivent donc être les lieux de rassemblement de ces animaux, et, lorsque la mort a été naturelle, on trouve dans les dépôts ces grandes Ammonites mortes à leur plus grande période d'accroissement, comme aux environs de Poitiers, dans les tranchées du chemin de fer de la Rochelle et autres lieux.

Lorsque la mort a été violente, lorsqu'une cause anormale est venue anéantir les êtres grands et petits que contenaient les mers, les céphalopodes sont venus aussi se déposer sur la côte, mais, au lieu d'y rencontrer de grands individus, on en trouve beaucoup de jeunes, beaucoup d'adultes et peu de vieux.

Cette observation pouvant se faire dans tous les lieux où il y a des couches pourries, car, sur 10 individus, il y en a 5 jeunes, 4 adultes et 1 vieux, on peut conclure :

- 1° Que le dépôt s'est fait sur une côte ;
- 2° Qu'il y a eu destruction violente des êtres qui vivaient dans la mer.

Ces deux circonstances ont nécessairement dû précéder celles dont je vais m'occuper.

Quand on parcourt une côte et que l'on compare les sédiments de ces côtes avec ceux qui sont déposés à une certaine profondeur, on remarque tout de suite une grande différence minéralogique ; ceux-ci sont fins, compactes et réguliers, ceux-là contiennent des silex ou portions de roches roulés, sont irréguliers et peu puissants.

On est alors conduit à conclure que les bancs pourris, surmontés de bancs puissants, à grains fins et sans fossiles, ont été submergés ; qu'il y a eu surélévation du niveau des mers ou affaissement ; que des sédiments puissants sont venus enterrer les fossiles assez empâtés dans les dépôts pour que le mouvement des eaux n'ait pas pu les enlever.

Si maintenant on examine la nature de la roche et les fossiles qui s'y trouvent, on remarque des preuves évidentes de compression ; ces preuves résultent de la nature fibreuse de la roche et de la déformation des fossiles ; mais, pour que cette compression ait pu se faire à un si haut degré, il faut que :

1° Les sédiments supérieurs se soient déposés rapidement; ou que

2° Les sédiments de la couche pourrie n'aient pas encore été solidifiés à l'époque des dépôts supérieurs.

Les bancs puissants, dépourvus de fossiles, se trouvant surmontés de couches assez minces contenant beaucoup d'*Ammonites bullatus*, *microstoma*, *Herveyi*, *sub-Backeriæ*, sans cependant offrir les caractères des bancs pourris, on peut supposer avec certitude :

1° Que pendant la durée de l'étage de la grande oolite les eaux se sont encore une fois abaissées, ou que le sol s'est exhaussé ;

2° Que ces derniers dépôts n'ont pas été soumis aux phénomènes de destruction subite et de compression.

Si, enfin, je recherche l'extension géographique des faits dont il vient d'être question, on remarque que le phénomène des bancs pourris n'est visible que dans le bassin pyrénéen pour la grande oolite et l'oolite inférieure ; que celui de la grande oolite commence à se voir très distinctement à Coulonges (Deux-Sèvres), pour se continuer sans interruption par Niort, à la Brèche et à la Motte-Saint-Heray, occupant en longueur au moins un espace de 140 kilomètres.

4° *Considérations paléontologiques sur la distribution des espèces dans les bancs pourris.*

Lorsqu'on examine la distribution géologique des fossiles dans un même étage, on remarque que certains fossiles sont spéciaux à certaines couches ; mais il n'en résulte pas que cette loi soit générale, car l'ordre paraît se trouver souvent interverti dans des contrées éloignées les unes des autres ; cependant il reste beaucoup encore à rechercher avant d'être arrivé à la connaissance entière de la vérité.

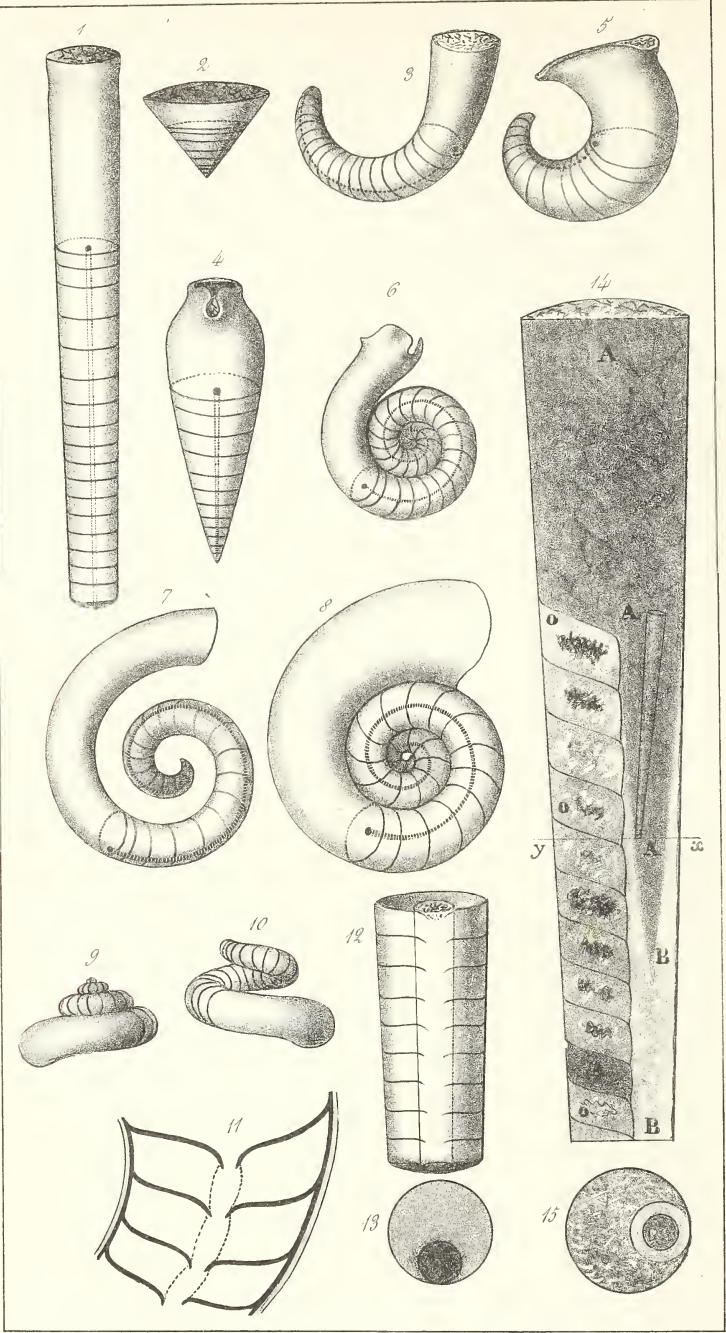
Sans donner à la distribution sommaire dont je viens de m'occuper un caractère général, il est certain qu'elle existe rigoureusement dans une grande partie du bassin pyrénéen.

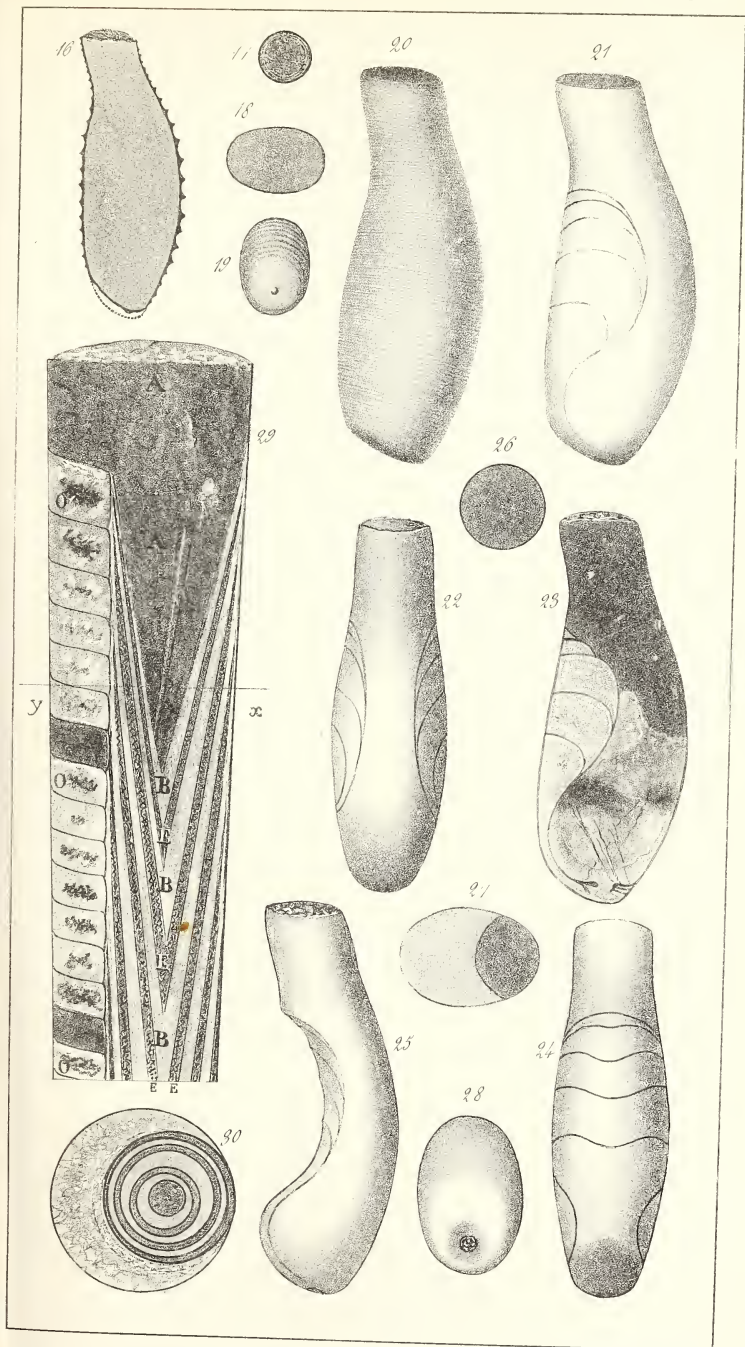
Peu d'espèces ont passé du lias supérieur à l'étage bajocien.

Le banc le plus inférieur du bajocien est caractérisé par les *Ammonites Murchisonæ*, *Sauzei*, *Sowerbyi* ; ces espèces paraissent avoir été à peu près anéanties par les événements qui ont produit le premier banc pourri.

Le deuxième banc pourri de l'étage bajocien ne contient plus les fossiles mentionnés ci-dessus ; les mers ont jeté à la côte des espèces nouvelles, telles que les *Ammonites niortensis*, *Blagdeni*,









Humphriesianus, que l'on ne retrouve plus dans les bancs supérieurs.

Les *Ammonites Parkinsoni*, *polymorphus*, *discus*, paraissent cependant avoir résisté, car on les retrouve dans le premier banc pourri de la grande oolite, qui contient en abondance l'*Ammonites arbustigerus*; l'*Ammonites sub-Backeriæ* et *bullatus* y sont rares; ce banc voit disparaître pour toujours les *Ammonites polymorphus*, *arbustigerus*, *interruptus*, et beaucoup d'autres fossiles moins communs; mais les *Ammonites bullatus*, *sub-Backeriæ*, *sub-discus*, les *Nautilus biangulatus*, *bathoniensis*, survivent à la catastrophe et se retrouvent à leur maximum de développement dans les derniers dépôts côtiers de l'étage bathonien.

Le dernier dépôt voit s'anéantir les *Ammonites bullatus*, *sub-Backeriæ*, tandis que les *Ammonites macrocephalus*, *hecticus*, survivent et se retrouvent dans l'étage supérieur.

On voit donc, en résumé, que l'étude des bancs pourris peut être très féconde en résultats paléontologiques;

Que les étages ne sont pas tranchés d'une manière absolue;

Que l'étude des fossiles peut servir à déterminer non-seulement l'étage, mais aussi, dans un cercle restreint, les parties d'un même étage;

Que certains fossiles survivent aux catastrophes, et leur utilité, quoique toujours importante, se trouve amoindrie;

Que d'autres sont caractéristiques et par cela même plus importants;

Qu'enfin, et je me suis peu étendu dans cette Note sur cette vérité incontestable, et qui tôt ou tard sera reconnue par tout géologue pratique, les caractères minéralogiques ne sont d'aucune valeur et ne peuvent que tromper celui qui cherche à s'en servir.

M. Barrande fait la communication suivante :

Sur Ascoceras, prototype des Nautilides, par M. J. Barrande.

Breyn ayant nettement établi, en 1732, que les coquilles polythalamies ont une même structure interne et ne diffèrent entre elles que par leur figure externe; Linné ayant aussi reconnu vers le milieu du même siècle, que l'*Orthocère* est un Nautilé droit, il a été admis implicitement depuis lors, par divers paléontologues, que les genres des Nautilides peuvent être dérivés de la forme la plus simple, *Orthoceras*, par une modification, soit de la courbure, soit de l'ouverture de la coquille.

En partant de cette idée, si nous considérons la structure interne des Nautilides comme offrant trois éléments constitutants, savoir : une grande chambre d'habitation, des cloisons à bords simples, rarement lobés, et un siphon de forme, de dimensions et de position quelconques ; si de plus nous faisons abstraction du recouvrement des tours de spire, dans les coquilles enroulées, nous pourrions aisément nous figurer la série idéale de tous les genres de cette famille. Il est bien entendu que ce n'est pas ici le lieu de discuter l'indépendance de ces genres, ni leurs limites respectives. Dans une publication antérieure, nous avons montré que ces limites ne pouvaient pas être très rigoureusement tracées. (*Leont. und Bronn Jahrb.*, 1854.)

1. *Orthoceras* sert de point de départ, parce que sa forme est la plus simple de toutes, et offre le moins de difficulté d'exécution, le moins de main-d'œuvre, s'il est permis de s'exprimer ainsi, au point de vue humain. On peut définir cette coquille, sous le rapport de son apparence extérieure, comme un cône droit, à base quelconque (circulaire, elliptique, triangulaire, etc., etc.). Cette définition, comprise dans sa rigueur mathématique, établit implicitement que l'ouverture de la coquille présente une figure semblable à celle d'une section transversale quelconque, faite perpendiculairement à l'axe du cône (Pl. V, fig. 1-2).

2. Cela posé, si l'on transforme l'axe rectiligne de l'*Orthocère* en un arc plus ou moins prononcé, sans autre changement dans les formes définies, on obtiendra le *Cyrtoceras* : Goldf. (fig. 3).

3. Sans altérer l'axe rectiligne de l'*Orthoceras*, si l'on contracte son ouverture par le développement des deux bords latéraux, de manière à indiquer clairement par deux orifices inégaux et plus ou moins distincts, d'un côté, la position isolée de la tête et des bras de l'animal, et, de l'autre côté, la place du tube locomoteur, ou entonnoir, on produira la forme nommée *Gomphoceras* par Sowerby (fig. 4).

4. Par un procédé semblable, appliqué à l'ouverture de *Cyrtoceras*, on obtiendra *Phragmoceras*, Broderip. Dans ces deux genres, si fortement apparentés, la coquille ne se courbe jamais assez pour former un tour complet de spire (fig. 5).

Si l'on enroule en spirale plane, à tours plus ou moins serrés, la partie inférieure et mince d'un *Orthoceras*, en laissant le gros bout à peu près en ligne droite, on produira *Lituites*, Breyn, dont la crosse plus ou moins réduite offre toujours une direction tangente à celle du dernier tour de spire. Les espèces de Bohême, à courte crosse, ont une ouverture contractée comme celle des

Phragmoceras, mais nous ignorons s'il en est de même dans les espèces de la Russie et de la Scandinavie (fig. 6).

6. Si l'on conçoit *Lituities* avec sa crosse également courbée en spirale, mais sans que les tours de spire se touchent les uns les autres, on aura *Gyroceras* de Koninck (fig. 7).

7. Qu'on se figure maintenant les tours de spire de *Gyroceras* serrés, et exactement appliqués l'un sur l'autre, on obtiendra *Nautilus*, Breyn, c'est-à-dire la forme qui, considérée comme la plus parfaite de la famille, lui a donné son nom (fig. 8).

8. Jusqu'ici, toutes les modifications faites à l'Orthocère n'ont introduit qu'une courbure plane, c'est-à-dire que l'axe, plus ou moins courbé ou enroulé, est toujours resté dans un même plan.

Supposons maintenant que l'on prenne le sommet de la coquille des *Gyroceras*, *Nautilus*, *Lituities*, *Cyrtoceras*, *Phragmoceras*, pour l'élever au-dessus du plan d'enroulement, on obtiendra, pour chacune de ces formes à courbe plane, une nouvelle forme à double courbure, qui sera une hélice conique, plus ou moins prononcée, suivant la hauteur à laquelle on portera le sommet (fig. 9-10).

Nous comprenons provisoirement sous le nom de *Trochoceras* l'ensemble de toutes ces formes plus ou moins turriculées, et récemment découvertes parmi les *Nautilides*, tandis qu'elles sont connues depuis longtemps parmi les *Ammonides*.

Il resterait à discuter si elles devraient être classées en plusieurs genres, suivant le degré de contiguité des tours, d'après lequel M. Alc. d'Orbigny a distingué parmi les *Ammonides* des *Turrilites*, *Heteroceras*, *Helicoceras*.

Voilà à peu près toute la série des formés principales qui constituent la famille des *Nautilides*, telle que nous la concevons. Si l'on voulait y comprendre les genres *Clymenia* et *Goniatites*, comme le font certains savants, il serait aisé de leur assigner une place auprès des *Nautilus*, dont ils ne diffèrent l'un et l'autre que par la position constante de leur siphon, savoir, au bord concave pour *Clymenia*, au bord convexe pour *Goniatites*. C'est précisément à cause de cette situation invariable du siphon, que nous excluons ces deux types de la famille des *Nautilides*, dans laquelle cet élément nous paraît être essentiellement variable de forme et de position, comme nous le dirons ailleurs.

Après avoir indiqué comment tous les principaux genres des *Nautilides* peuvent être idéalement dérivés du type le plus simple, *Orthoceras*, il nous reste à classer dans cette série une nouvelle

forme générique que nous nommons *Ascoceras*, et que nous n'avons introduite dans la science que depuis peu d'années (1846). (Fig. 16 à 28.)

Le nom *Ascoceras* fait allusion à la forme d'un sac, sous laquelle se présente ce singulier fossile. En effet, quand on le rencontre avec son test, il est impossible de reconnaître autre chose qu'une apparence de sac, plus ou moins allongé, ouvert à l'extrémité supérieure et fermé à l'extrémité inférieure. Dans cet état, *Ascoceras* offre bien quelque analogie avec la grande chambre d'un *Orthoceras*, isolée du reste de la coquille; mais cette fausse similitude s'évanouit rapidement, lorsque l'œil de l'observateur suit le test qui recouvre sans discontinuité le bout fermé du fossile.

La structure interne d'*Ascoceras* ne se révèle que lorsqu'on peut enlever le test. Alors, le moule montre que la coquille est composée, comme celle de tout Céphalopode tétrabranche, d'une chambre d'habitation et d'une série de loges à air; mais ces deux parties ne semblent pas disposées, comme à l'ordinaire, l'une à la suite de l'autre. La grande chambre, bien définie par une paroi continue, s'étend sur toute la longueur de la coquille, et elle présente sur l'un des côtés une forte échancrure, dans laquelle est placée la partie cloisonnée. Les loges à air embrassent la chambre d'habitation, sur environ la moitié de son contour. Les cloisons qui séparent les loges aériennes se soudent sur la paroi contiguë de la grande chambre, du côté interne, et sur le test de la coquille sur le reste de leur pourtour. Il n'existe aucune communication entre les loges à air, ni entre celles-ci et la grande chambre. Seulement, cette dernière porte à son extrémité inférieure une petite ouverture, qui paraît pénétrer dans le prolongement aplati de la loge aérienne la plus basse, recouvrant ce bout de la coquille.

D'après la conformation de ces divers éléments, il est clair que la première cloison qui a été construite est celle de l'extrémité inférieure du fossile. Par conséquent, la cloison la plus récente est la plus rapprochée de l'ouverture. Ce fait est confirmé par une circonstance analogue à celle qu'on observe dans tous les Nautilides, savoir : que les dernières loges à air, vers le haut, sont ordinairement moins élevées que les précédentes.

Ces dispositions, que nous n'avons bien constatées qu'avec beaucoup de temps et de peine, ont offert pendant longtemps un problème insoluble à notre faible capacité zoologique.

En cherchant les rapports entre *Ascoceras* et les autres genres connus, nous sommes arrêté par cette considération, que toute coquille, soit parmi les Nautilides, soit parmi les Ammonides,

quelle que soit sa forme et son mode d'enroulement, peut toujours être idéalement développée, sans aucun déchirement, en un cône droit, recouvert de son test dans toute l'étendue de sa surface. Le genre *Ptychoceras*, des Ammonides, n'échappe point à cette règle, malgré certaine affinité qu'il présente avec le type qui nous occupe. Or, si l'on veut développer ainsi *Ascoceras*, on voit que le test extérieur manque sur toute la surface entre la grande chambre et les loges à air.

D'après ce fait, il est clair qu'on ne saurait intercaler *Ascoceras* dans la série des formes génériques, dont nous venons d'indiquer la dérivation idéale, en prenant pour type *Orthoceras*. Il faut donc lui chercher une place, soit en avant, soit en arrière de cette série, qui marche du simple au composé.

Or, *Ascoceras* offre une apparence si simple, et, pour ainsi dire, si incomplète, par rapport aux *Gyroceras*, *Nautilus* et *Trochoceras*, représentant l'extrémité la plus élevée de la série des Nautilides, qu'on ne peut le placer convenablement au-dessus de ces genres.

Reste donc à concevoir comment *Ascoceras* viendrait se mettre en tête et au point le plus bas de toute la série, en enlevant à *Orthoceras* le privilège, dont il a joui jusqu'à ce jour, d'être considéré comme le type primitif, c'est-à-dire le plus simple de la famille. Dans ce but, nous nous proposons de développer les propositions suivantes :

I. La coquille d'un *Ascoceras* est plus simple que celle d'un *Orthoceras*.

II. Malgré cette extrême simplicité, la coquille d'un *Ascoceras* présente tous les éléments constituants qui caractérisent l'enveloppe testacée d'un Nautilide quelconque, et nominément le siphon.

III. Les éléments reconnus comme analogues par leur forme et leur position, dans les coquilles des *Ascoceras* et des *Orthoceras*, remplissaient les mêmes fonctions.

IV. Il existait une grande analogie de forme entre l'animal des *Ascoceras* et celui des *Orthoceras*.

Reprenons successivement chacune de ces assertions.

§ I^{er}. — La coquille d'ASCOCERAS est plus simple que celle d'ORTHOCERAS.

L'évidence pourrait être invoquée à l'appui de cette proposition; cependant nous pensons que les considérations qui suivent ne seront pas inutiles pour faire bien apprécier la nature d'un *Ascoceras*.

En remontant à l'origine, figurons nous un Céphalopode tétrabranche complètement nu, c'est-à-dire dépourvu de toute coquille externe. Cette créature idéale est fort admissible par analogie, puisque les dibranches (Acétabulifères) sont aujourd'hui représentés par des genres nus, entièrement mous et sans aucune trace de la coquille interne qui caractérise ordinairement cet ordre. Nous citerons comme exemples les *Octopus*, *Eledone*, *Philonexis*, etc.

Afin de ne pas franchir le cercle des réalités, représentons-nous le corps de ce tétrabranche nu, sous une apparence semblable à celle des Élédones, c'est-à-dire sous la forme d'un sac, dont la surface, régulièrement gonflée, n'est accidentée par aucun appendice, ni nageoire quelconque. Ce sac est surmonté de la tête, des bras et du tube locomoteur, visibles à l'extérieur.

Si nous enveloppons ce tétrabranche idéal d'un test solide, couvrant tout le corps, et laissant en dehors la tête avec ses appendices et l'entonnoir, nous aurons la forme de la coquille d'un *Ascoceras*.

Une semblable coquille, sans cloisons et sans siphon, est inconnue jusqu'ici parmi les tétrabranches vivants ou fossiles, mais on peut très bien concevoir son existence par analogie, car elle est représentée dans l'ordre des dibranches, soit par la coquille externe, non cloisonnée de l'Argonaute, soit par l'osselet interne, à godet sans cloisons des Ommastrèphes. Ce serait la forme la plus simple qu'on pût imaginer, pour une coquille externe de Céphalopode tétrabranche.

Pour convertir cette enveloppe idéale en coquille d'*Ascoceras*, il suffit d'y introduire des cloisons.

Or, les cloisons des Nautilides, quoique extrêmement simples, en général, par rapport à celles des Ammonides, présentent cependant des degrés divers de simplicité. Ainsi, leur surface et leurs bords sont plus ou moins tourmentés et lobés dans *Gonioceras anceps*, *Nautilus Aturi*, *N. bisiphites*, etc. On aurait pu croire que les cloisons d'un Orthocère offrent le maximum de simplicité possible, puisqu'elles consistent ordinairement en une calotte sphérique, percée par un siphon. Cependant, *Ascoceras* nous montre des cloisons plus simples encore, car elles sont réduites de moitié par rapport à celle des *Orthoceras*, ce qui facilite extrêmement leur exécution.

En effet, sans chercher à apprécier les efforts et le travail nécessaires à l'animal d'un *Orthoceras* pour s'élever dans sa coquille et pour construire successivement ses cloisons, il est clair qu'il est

plus aisé pour *Ascoceras* d'établir les siennes, car ce dernier n'a point à changer de position. Il lui suffit de contracter un côté de son corps, opération très facile à un mollusque, qui peut s'étendre par l'extrémité ouverte de sa coquille. C'est une opération semblable à celle qu'exécutaient les *Hippurites*, dont les cloisons montrent la trace de contractions partielles et successives, tantôt d'un côté du corps, tantôt du côté opposé. C'est ce que nous enseigne une très belle section d'une espèce que M. Bayle a eu la complaisance de nous montrer à l'École des mines.

La plupart des *Ascoceras* de Bohême présentent 3 ou 4 et jusqu'à 7 à 8 loges à air. Mais nous avons aussi plusieurs espèces qui paraissent n'avoir possédé qu'une seule loge aérienne, placée obliquement sur un pan coupé à leur extrémité, comme *A. Buchi*, dont nous aurons occasion de parler plus tard (fig. 16 à 19).

D'après ces considérations, on ne saurait méconnaître que les *Ascoceras* offrent une structure plus simple que celle des *Orthoceras*.

§ II. La coquille d'ASCOCERAS possède tous les éléments constitutifs qui caractérisent la coquille des Nautilides, et notamment le siphon.

Nous avons déjà reconnu dans *Ascoceras* la grande chambre d'habitation et les loges aériennes. Ainsi, le seul important élément dont nous n'ayons pas fait mention jusqu'ici est le siphon; cependant cet élément y existe, selon nous, tout aussi bien que dans les *Orthocères*.

Nous considérons comme représentant le siphon des *Ascoceras* toute la portion de la grande chambre qui s'étend à partir du niveau de la cloison la plus élevée, jusqu'à l'extrémité inférieure. Cette assertion peut paraître très hasardée, au premier abord, mais elle doit acquérir tout le poids convenable, aux yeux du lecteur, s'il veut bien passer en revue, avec nous, quelques faits déjà connus de tous les paléontologues.

Il existe parmi les *Orthocères* un assez grand nombre de formes remarquables par le diamètre très considérable de leur siphon, ordinairement excentrique, et souvent en contact avec le bord de la coquille.

1° *Orthoceras duplex*, Wahl (fig. 14-15), est une des espèces les plus communes de la Faune seconde en Russie et en Scandinavie. Son siphon, occupant à peu près la moitié du diamètre, est tellement près du bord, qu'il paraît contigu au test, dans la section longitu-

dinale des exemplaires, du moins dans la partie moyenne et inférieure vers la pointe. Cependant, on peut reconnaître, soit sur de semblables sections, soit sur les siphons isolés, que la cloison est représentée du côté externe du siphon par une trace rudimentaire. Cette espèce se rapproche des *Ascoceras*, par les proportions de son siphon, presque égales à celles de la grande chambre signalée dans ce nouveau type. Elle rappelle aussi la forme des *Ascoceras*, en ce que les loges aériennes ne font pas réellement le tour complet du siphon, du moins, dans la partie inférieure de la coquille, bien que les cloisons soient virtuellement étendues sur tout le contour cylindrique de ce tube. Le siphon paraît s'éloigner un peu plus du bord dans la partie supérieure.

O. duplex n'est donc au fond qu'un *Ascoceras* en progrès, et il ne s'écarte pas assez du prototype, pour qu'on ne puisse en reconnaître aisément le caractère idéal. Les différences résultant du progrès dans la structure, et de la forme allongée, ne dépassent pas la valeur de celles que nous sommes accoutumés à reconnaître entre les genres voisins, dans une même famille.

2° *O. commune*, Wahl (fig. 12-13), appartenant à la même faune et aux mêmes contrées du nord de l'Europe, présente une conformation analogue à celle de *O. duplex*, mais avec deux différences. Son siphon, relativement plus petit, n'occupe qu'un peu plus du tiers du diamètre correspondant de la coquille. Sous ce rapport, il tend donc à s'éloigner des *Ascoceras*, tandis qu'une autre particularité de sa structure montre plus clairement sa dérivation idéale, à partir de ce prototype. Cette particularité consiste en ce que le bord des cloisons, au lieu d'embrasser entièrement le contour du siphon, reste incomplet au droit du côté externe de ce tube, en formant un sinus ou lobe concave vers le haut. Ce lobe indique que les progrès de la cloison qui, dans cette évolution, s'étend de bas en haut, pour embrasser le siphon, ne sont pas aussi complets que dans *O. duplex*, dans lequel les bords opposés nous paraissent réunis et soudés au même niveau. En tenant compte de cette circonstance, qui peut bien compenser la diminution relative du siphon, on voit que la trace du type *Ascoceras* n'est pas moins reconnaissable dans *O. commune* que dans l'espèce précédente. Cette dérivation des formes devient très apparente, si l'on compare les figures de *O. commune* vu du côté du siphon, et de *Ascoceras bohemicum* vu du côté convexe ou ventral. En rapprochant par la pensée les bords opposés des cloisons dans ce dernier, on arrive aisément à reproduire la conformation du premier. Il est possible que le lobe au droit du siphon existe

aussi dans *O. duplex*, mais nous n'avons aucun spécimen qui nous permette de le bien constater.

Le lobe, ou sinus du bord des cloisons est si frappant dans *O. commune*, qu'il a été remarqué et figuré par Breyn, en 1732. (*Diss. Phys. de Polythal.*, pl. V, fig. 2.)

Il nous semble qu'on pourrait aussi rapporter à la même espèce le bel exemplaire que notre savant ami M. de Verneuil a figuré avec sa grande chambre intacte et quelques loges aériennes, sous le nom de *Orth. duplex*, jeune individu. (*Russ. et Our.*, II. 353, pl. XXV, fig. 2, a. b.) La figure montre très bien la trace du lobe dont nous parlons, mais, par suite d'un arrachement de la partie inférieure du bord des cloisons, leur contour paraît discontinu au droit du siphon. Cette interruption n'est que le résultat d'un accident, et nous ne l'invoquons point à l'appui de notre thèse.

3° *O. trochleare*, His., espèce suédoise, annulée, contemporaine des deux précédentes, a un siphon un peu moindre que celui de *O. commune*, mais aussi contigu au test de la coquille. Au droit de ce siphon, le bord des cloisons forme un lobe ou sinus arrondi, d'autant plus reconnaissable, que l'arête externe de ce bord est tracé par une légère rainure sur le moule, et correspond à la saillie de l'anneau. C'est ce que nous observons sur un exemplaire appartenant à notre ami M. de Verneuil. Un autre individu très beau, que M. Bayle nous a permis d'observer, dans la collection de l'Ecole des mines, nous montre de la manière la plus prononcée, l'inflexion du bord des cloisons, au droit du siphon. Cet exemplaire a été rapporté de Suède, par Alex. Brongniart.

4° *O. vaginatum*, Schl., est une forme de Russie, peut-être identique avec *O. trochleare*, mais cependant distincte par les proportions toujours plus grandes du siphon, dont le diamètre est évalué à plus d'un tiers du diamètre correspondant, tandis que celui de l'espèce semblable de Suède ne paraît pas dépasser le quart (*Russ. et Our.*, II, 350).

Bien que nous n'ayons sous les yeux aucun morceau de cette espèce, montrant le lobe indiqué sur le bord des cloisons de *Orthoceras trochleare*, nous sommes porté à supposer qu'il présente la même disposition que ce dernier.

La faune seconde de l'Amérique septentrionale nous fournit un assez grand nombre d'espèces analogues à celles que nous venons de passer en revue, mais nous n'en citerons que quelques-unes.

5° *Cameroceras trentonense*, Conrad, a une section transverse

ovale, et très semblable à celle d'un *Ascoceras*. Son siphon, occupant environ la moitié du plus grand diamètre, est figuré par J. Hall comme ayant son bord externe confondu avec le test de la coquille, sur une partie très notable de son périmètre. Cependant ni les figures ni le texte ne nous permettent de reconnaître si le bord des cloisons, qui est à peu près horizontal, présente un lobe ou inflexion au droit du siphon (*Pal. of New-York*, I, 22, pl. LVI, fig. 4).

6° Dans *Endoceras approximatum*, Hall, le siphon marginal a une largeur égale au demi-diamètre de la coquille. Le bord des cloisons n'est pas indiqué dans son trajet sur le siphon (*Ibid.*, I, 219, pl. LIV, fig. 2, a, b).

7° *Endoceras gemelliparum*, Hall, est figuré avec un énorme siphon qui occupe plus des deux tiers du diamètre du fossile, et qui s'applique sur le bord de celui-ci. La trace des cloisons est incomplètement indiquée sur les figures (*Ibid.*, I, 60, pl. XIX).

8° *Endoceras magniventrum*, Hall, est représenté par un spécimen, sur la section longitudinale duquel le siphon a 68 millimètres de largeur, tandis que le diamètre du fragment est de 108 millimètres, ce qui établirait un rapport de 0,63, c'est-à-dire de plus de $\frac{3}{5}$. Suivant la figure, le siphon n'est pas marginal, mais seulement excentrique. Cette apparence peut tenir uniquement à la direction de la section. J. Hall, dans la description, n'indique ni la position du siphon, ni même la forme de la section horizontale de cette espèce. Si un siphon de cette proportion n'était pas en contact avec le bord, ce serait une exception à la règle ordinaire, un nouveau progrès dans l'évolution de ces formes, et l'analogie avec *Ascoceras* ne subsisterait pas moins dans les dimensions de cet élément de la coquille (*Ibid.*, I, pl. LIII, fig. 1).

Voilà donc, dans la faune seconde des deux continents, un groupe nombreux d'Orthocères montrant un siphon qui, par son développement relatif, approche, égale, ou surpasse même les proportions de la partie que nous considérons comme représentant le siphon dans *Ascoceras*.

En second lieu, nous voyons que le siphon, dans ce même groupe d'Orthocères, n'est jamais central, mais toujours fortement excentrique, et presque constamment appliqué sur le bord de la coquille. Cette position correspond parfaitement à celle que l'organe supposé analogue occupe dans *Ascoceras*. La tendance du siphon de certains Orthocères à s'éloigner plus ou moins de cette

place initiale, ne serait que l'indice d'un progrès, dans l'évolution naturelle dont les diverses phases sont représentées par les coquilles si variées dans la famille des Nautilides.

Enfin, bien que dans tous les Orthocères nommés ci-dessus, le siphon soit complètement embrassé par les cloisons, nous avons constaté que, dans certaines formes, le bord de ces cloisons présente une forte inflexion ou lobe, comme pour rappeler par cette soudure incomplète que le siphon n'était pas entièrement entouré par les loges à air, dans la forme initiale de la coquille, c'est-à-dire dans *Ascoceras*.

De ces rapprochements et considérations, nous nous croyons en droit de tirer légitimement cette conclusion, que le large siphon latéral des Orthocères de la faune seconde, dits *vaginati* par Quenstedt, est représenté sous une forme plus simple et initiale, dans les *Ascoceras*, par la portion de leur grande chambre, qui s'étend à partir de la loge à air la plus élevée jusqu'au bout fermé.

Ainsi nous pouvons dire que la coquille des *Ascoceras* possède tous les éléments constitutants qui caractérisent la coquille des Nautilides et nommément le siphon.

§ III. — *Les éléments reconnus analogues par leur forme et leur position, dans les ASCOCERAS et les ORTHOCERAS, remplissaient les mêmes fonctions.*

Cette assertion n'exige aucun développement, en ce qui concerne les loges à air, car il est évident que cet appareil, que l'on trouve invariablement dans la coquille de tous les tétrabranches, et dans un assez grand nombre de dibranches, ne pouvait avoir d'autre destination que celle de servir d'allège ou de flotteur, comme les vessies natatoires des poissons.

En ce qui touche le siphon, pour donner la même évidence à notre proposition, nous sommes obligé d'exposer quelques considérations plus étendues.

Dans *Ascoceras*, ce que nous regardons comme le siphon n'est réellement que la partie postérieure de la grande chambre d'habitation. Ainsi, nous admettons qu'une portion considérable du corps de l'animal ou du sac contenant les viscères est logée dans le siphon.

Pour démontrer que cet élément joue le même rôle dans les coquilles des deux genres comparés, il faut donc prouver que le siphon des Orthocères du groupe des *vaginati* renfermait une portion du sac viscéral de l'animal, et non pas seulement l'appen-

dice creux ou cordon charnu qu'on voit aujourd'hui dans le siphon des *Nautilus*.

Mais comment distinguer la trace du sac ou manteau de l'Orthocère, d'avec celle du cordon charnu qui se prolonge dans le tube siphonal de la plupart des Nautilides? C'est ce que nous enseignent un coup d'œil jeté sur la coquille de *Nautilus Pompilius* (fig. 11).

On sait que le manteau des mollusques et ses appendices déposent des sécrétions calcaires qui varient à la fois par leur nature et leur aspect, suivant les diverses parties du corps. La partie épaisse du manteau, que l'on nomme appendice pédiforme, dépose sur les tours de spire antérieurs un pigment noir; le bord supérieur du manteau fournit le dépôt calcaire à bandes alternativement colorées et blanches, qui constitue la couche externe de la coquille; le sac couvrant la masse du corps et renfermant les viscères sécrète la substance nacrée qui forme la couche interne du test. La même substance nacrée compose aussi toute l'épaisseur des cloisons, parce que le fond du sac par lequel elles sont construites ne diffère nullement des parties du manteau qui tapissent la grande chambre. Enfin, le cordon charnu qui, partant du fond du sac, se prolonge dans le siphon, produit par sécrétion, à sa surface externe, l'enveloppe siphonale composée d'une substance que M. Valenciennes définit par le nom de *musculo-crétacée*, et qui est beaucoup moins compacte et solide que la nacre des cloisons.

D'après ces détails, que chacun peut vérifier aisément, on voit que dans *Nautilus Pompilius* on peut reconnaître au premier coup d'œil tout l'espace occupé par le sac viscéral de l'animal, parce que cet espace est renfermé dans une paroi nacrée, distincte de l'enveloppe siphonale proprement dite.

La limite de ces deux parois n'échappe pas à la moindre attention, quand on a sous les yeux la section médiane d'une coquille. Au point où la cloison est percée pour donner passage au siphon, on voit que sa paroi nacrée s'infléchit et se recourbe en dessous, à peu près comme une feuille de fer-blanc dans laquelle on perce un trou par la pression d'une tige conique. Cette partie tubulaire, placée en appendice au-dessous de l'orifice que traverse le siphon, est ce que nous nommons le *goulot*, à cause de sa ressemblance avec le goulot d'un flacon, si l'on suppose la cloison renversée. Dans le Nautilé vivant, le goulot, très peu développé, se soude par son bord inférieur et externe à l'enveloppe siphonale, sécrétée par le cordon charnu. M. de Blainville avait déjà bien reconnu

ces diverses parties, et constaté leur disposition réciproque (*Ann. du Mus. d'hist. nat.*, VII, 1834).

Puisque le goulot, par sa nature nacrée, indique l'étendue du sac viscéral, ou du corps, dans *N. Pompilius*, nous avons quelque droit de penser, par analogie, qu'il en est de même dans les Céphalopodes anciens.

Il est d'ailleurs aisé de distinguer le goulot dans ces fossiles, à cause de ses apparences toujours semblables à celles de la cloison avec laquelle il fait corps, tandis que l'enveloppe siphonale offre un aspect plus ou moins différent. Par suite de la plus grande solidité du goulot, on le trouve habituellement conservé lorsque la cloison existe.

Le tube propre du siphon, de nature plus fragile, est au contraire très souvent détruit; circonstance qui a donné lieu à l'admission erronée de siphons discontinus.

Dans les Orthocères, le goulot varie beaucoup en longueur, mais on peut dire en général qu'il est court dans toutes les formes dont le siphon est étroit et placé loin du bord. Dans ce cas, le goulot s'étend rarement au delà de quelques millimètres au-dessous de la cloison, de sorte qu'il y a une grande distance entre son extrémité et la cloison inférieure. Par contraste, dans le groupe des *vaginati*, le goulot se prolonge ordinairement d'une cloison à l'autre, de manière à pénétrer comme un entonnoir dans le goulot précédent.

Notre ami M. de Verneuil possède dans sa belle collection un fragment de *O. duplex*, dans lequel on voit les goulots invaginés les uns dans les autres, et s'étendant chacun sur la longueur de deux loges aériennes. Ce morceau est figuré dans le grand ouvrage sur la Russie et l'Oural. (Vol. II, pl. XXIV, fig. 7.)

Le développement extraordinaire du goulot, dans le groupe des *vaginati*, avait donc été remarqué par les savants auteurs de l'ouvrage que nous venons de citer, et il avait été aussi constaté par le professeur Quenstedt.

En vertu de l'analogie que nous venons d'établir avec *Nautilus Pompilius*, nous sommes donc amenés à admettre que le sac viscéral, ou le corps de l'animal, s'étendait dans le fourreau qui porte le nom de siphon dans les *vaginati*. Le siphon aurait donc rempli dans ces Orthocères les mêmes fonctions que remplissait la partie inférieure de la grande chambre des *Ascoceras*.

§ IV. *Il existait une grande analogie de forme entre l'animal des ASCOCERAS et celui des ORTHOCERAS.*

On sait combien la nature a coutume de varier les formes et apparences extérieures des animaux appartenant à une même famille, et comme elle n'a pas cessé de procéder d'après les mêmes lois, depuis l'apparition de la vie animale sur le globe, il est permis d'estimer d'une manière approchée les analogies et les différences qui pouvaient exister entre les divers genres des Nautilides paléozoïques, en jetant un coup d'œil sur les céphalopodes de la faune vivante.

Les Céphalopodes dibranches des mers actuelles présentent, il est vrai, des formes très raccourcies et arrondies, comme les *Sepia*, ou comme *Eledone*, déjà comparée à *Ascoceras*; mais on trouve en même temps parmi eux des formes très allongées, comme certains Calmars (*Loligo*), ou comme les Ommastrèphes. En remontant aux Bélemnites, tels que *Belemnites giganteus*, *B. acuaris*, *B. elongatus*, *B. exilis*, et beaucoup d'autres des terrains jurassiques, nous voyons que les céphalopodes des mers secondaires avaient des proportions encore bien plus élancées et plus grêles que ceux de nos jours. Il n'y a donc aucune invraisemblance à concevoir qu'il pouvait exister des analogies comme des oppositions de forme, aussi prononcées, entre les genres de Nautilides représentant les Céphalopodes tétrabranches dans les mers paléozoïques.

Cependant, si l'on prolongeait par la pensée le corps ou sac viscéral d'un Orthocère du groupe des *vaginati*, dans toute l'étendue de son siphon, on arriverait ainsi à une longueur démesurée, qui pourrait atteindre quelques mètres, pour certaines espèces. Ce serait une exagération que nous sommes en mesure d'éviter, par la considération d'un fait important, qui nous permet d'assigner une limite à l'extension du corps, dans la cavité siphonale des Orthocères en question.

En suivant uniquement les indications données par la grande largeur du siphon, et par l'invagination des goulots successifs, dans les *vaginati*, on serait naturellement entraîné à concevoir la partie postérieure de l'animal, comme s'étendant jusqu'au sommet aigu de la coquille. Mais il n'en est point ainsi. L'étude des siphons nous démontre que l'animal s'élevait en remplissant derrière lui le vide formé par son ascension graduelle. Ce remplissage du siphon, dont il serait difficile aujourd'hui de déterminer la pro-

gression, par rapport à celle des loges aériennes, s'opérait par deux procédés un peu différents. Nous attacherions quelque importance à la diversité de ces procédés, parce que chacun d'eux paraît caractériser particulièrement les espèces de l'un des deux continents, sauf plus ample information, sur cette matière.

Dans *Orthoceras duplex*, *O. commune*, *O. vaginatum*, *O. trochleare*, c'est-à-dire dans les espèces de la Scandinavie et de la Russie, l'animal paraît avoir rempli son siphon, derrière lui, d'une manière continue, par petites couches successives, provenant de la sécrétion constante du fond du sac, ou manteau, au fur et à mesure de la progression du corps vers le haut de la coquille (fig. 14-15).

Ce fait est confirmé par beaucoup d'individus que nous avons observés, et en particulier par des exemplaires très instructifs, appartenant à la magnifique collection de notre ami M. de Verneuil. Dans tous ces spécimens, et surtout dans les sections longitudinales, on voit la partie inférieure, c'est-à-dire la plus étroite du siphon, constamment remplie de spath calcaire blanc, d'une apparence pure. Au contraire, la partie supérieure, ou la plus large de ce tube, a été comblée par la pénétration de la roche compacte, plus ou moins impure et diversement colorée, dans laquelle la coquille a été ensevelie. Il est évident, que si cette matière grossière n'a pas pénétré plus avant dans des siphons de grand diamètre, c'est uniquement parce que l'espace occupé par le calcaire spathique blanc était déjà rempli, lorsque la pénétration de la vase calcaire a eu lieu. Sans cette circonstance, la vase liquide aurait envahi toute l'extrémité inférieure du siphon, comme elle a envahi son extrémité opposée, ainsi que les cavités des loges aériennes, où elle s'est souvent introduite par des fissures imperceptibles. Nous dirons en passant, que le remplissage calcaire par l'animal se fait quelquefois d'une manière inégale sur le contour du siphon, de sorte que le vide conique interne n'est pas dirigé exactement suivant l'axe longitudinal.

A cette interprétation on pourrait objecter que le dépôt calcaire cristallin s'expliquerait aussi, sans constater son antériorité, en supposant que la coquille, vide, a été immergée dans des eaux chargées de carbonate de chaux, qui ont rempli de matière spathique la pointe du siphon, avant la pénétration de la vase.

Cette objection s'évanouit si l'on remarque qu'un dépôt chimique, provenant des eaux ambiantes, aurait dû tapisser uniformément toute la surface interne du siphon, comme nous voyons ordinairement toutes les parois des chambres aériennes, où les

liquides seuls ont pénétré, se couvrir de couches uniformes, cristallines. Au lieu de semblables couches, les siphons observés nous montrent d'abord, au fond du tube, une masse qui le remplit tout entier, sans laisser aucun vide ; ensuite, en montant, on voit qu'il reste un vide au milieu, tandis que le dépôt sur les parois diminue graduellement d'épaisseur, jusqu'à ce qu'il finisse par disparaître complètement. Ce vide interne, de forme conique, régulière, représente l'espace occupé par le sac de l'animal. La forme de ce sac nous est donc conservée par le calcaire compacte moulé dans ce vide. De tels moules se rencontrent souvent isolés, par suite de la décomposition des roches, et M. le prof. Eichwald, les considérant comme des fossiles indépendants, leur a donné le nom générique de *Hyolites*. MM. de Verneuil et le comte Keyserling, remarquant que ces corps n'offrent aucune trace de cloisons, les ont reconnus comme des moules formés dans l'intérieur des siphons ; mais ces savants n'ont pas poussé plus loin leurs investigations sur ce sujet. (*Russ. et Our.*, II, 350.)

Le remplissage progressif du siphon par l'animal lui-même étant ainsi expliqué pour les Orthocères du nord de l'Europe, il est aisé de comprendre le procédé analogue, quoique un peu différent, employé par les espèces congénères du nord de l'Amérique. Nous avons principalement en vue, en ce moment, les formes très remarquables qui ont reçu du savant paléontologue de l'État de New-York, le nom significatif de *Endoceras*. Le lecteur sait qu'à ce nom se rattache l'idée d'une génération vivipare ; car J. Hall a cru reconnaître de jeunes individus renfermés dans le siphon de leur mère et s'y développant dans une gaine particulière, qu'il nomme *tube embryonnaire*. (*Pal. of New-York*, I, 207, etc.)

Nous regrettons de devoir substituer à cette ingénieuse et intéressante théorie une vulgaire explication (fig. 29-30).

Nous apprenons par le texte et par les figures de James Hall, que le siphon des *Endoceras* présente ordinairement plusieurs tubes ou gaines renfermés les uns dans les autres, mais qui, n'étant pas exactement concentriques, laissent certains vides irréguliers entre leurs surfaces contiguës. La longueur relative de ces tubes et leurs rapports avec l'enveloppe externe du siphon n'est pas indiquée d'une manière précise par le savant cité. Il se borne à constater que le tube embryonnaire aboutit toujours à la grande chambre, et remplit exactement l'entrée siphonale. D'après ce fait, le tube embryonnaire occupe la cavité la plus élevée dans le siphon. Il est d'ailleurs décrit comme toujours lisse, et rien ne fait soupçonner qu'on ait observé à sa surface un test quelconque. Toutes ses

apparences sont celles d'un moule formé dans une cavité conique, que J. Hall nous signale comme ayant des parois composées de calcaire cristallin. C'est ce fourreau embryonnaire qui renferme les individus que J. Hall considère comme se développant dans l'intérieur de leur mère.

Ces données, tirées de la *Paléontologie de New-York*, sont parfaitement confirmées, et en même temps élucidées par les exemplaires recueillis en Amérique par M. de Verneuil. Grâce à l'insépuisable complaisance de notre savant ami, qui a mis ces fossiles entre nos mains, et qui nous a même permis d'en faire scier quelques-uns, nous avons pu donner à nos convictions la sécurité que l'observation des objets matériels peut seule produire.

Ces études nous ont donc confirmé dans l'opinion, que l'apparence du siphon des céphalopodes américains peut s'expliquer comme celle du siphon des Orthocères du nord de l'Europe. En effet, pour se rendre compte de la présence de divers tubes ou gaines irrégulièrement envaginés dans le siphon des *Endoceras*, il suffit de concevoir qu'à certaines époques l'animal s'élevait rapidement d'une quantité plus ou moins grande, au lieu de progresser d'une manière lente et continue. Par suite de ces ascensions brusques, il devenait impossible aux surfaces sécrétantes de remplir tout le vide que le corps de l'animal laissait derrière lui en se déplaçant. On comprend aussi, par la même raison, que la pointe postérieure du sac, subitement élevée dans une région beaucoup plus spacieuse que celle qu'elle quittait, devait un peu balloter avant de se fixer par la sécrétion d'une nouvelle gaine calcaire. Chaque gaine pouvait donc prendre une direction un peu irrégulière, par rapport à la surface interne et à l'axe du siphon. Du reste, la section des exemplaires de M. de Verneuil nous montre que les parois cristallines de ces gaines emboîtées sont beaucoup plus épaisses vers le bas que vers le haut. Ce fait semblerait indiquer une progression lente, prolongée jusqu'aux époques des déplacements brusques dont nous venons de parler. L'analogie avec les espèces d'Europe n'en serait que plus évidente.

Par la mort et la décomposition du corps de l'animal, la dernière gaine restait seule vide et ouverte à l'entrée du siphon dans la grande chambre d'habitation. Il est donc tout naturel que cette gaine renferme toujours le tube embryonnaire de Hall, car ce tube en est le moule interne. Lorsque le hasard et le mouvement des eaux avaient amené dans la cavité de la gaine supérieure un Orthocère d'une espèce quelconque, on conçoit que cette coquille adventice paraisse jouer le rôle d'un embryon dans le corps de sa

mère. Cette illusion est jusqu'à un certain point justifiée, lorsque le jeune individu appartient à la même espèce que celui qui le renferme. Mais lorsqu'un *Endoceras* à large siphon latéral contient un jeune Orthocère à siphon étroit et central, comme on le voit admissur la planche XLVI de la *Paléontologie de New-York*, il est difficile de supposer qu'on a sous les yeux une mère en état de gestation. Du reste, M. de Verneuil avait déjà exprimé les mêmes doutes sur ce sujet, en attribuant au hasard la pénétration des Orthocères dans les siphons des *Endoceras* américains.

Par suite de ces considérations, nous nous croyons fondé à regarder les apparences des *Endoceras* comme de simples phénomènes provenant du remplissage successif des siphons par les céphalopodes qui ont construit ces coquilles.

Il nous paraît donc suffisamment démontré que, dans le groupe des *vaginati*, l'animal, tout en étendant son corps dans le siphon, ne prenait pas une longueur démesurée, comme on pourrait le supposer d'après les dimensions de certains Orthocères. On peut donc dire qu'il y avait complète analogie, même sous le rapport des proportions, entre les animaux des *Ascoceras* et ceux des *Orthoceras*. Cette analogie confirme les rapports que nous avons établis entre les coquilles.

En commençant cette communication, nous avons fait voir comment tous les genres des Nautilides, quelle que soit leur forme, peuvent être idéalement dérivés du type *Orthoceras*.

Tout ce que nous venons d'exposer montre que les Orthocères du groupe des *vaginati* peuvent être considérés comme dérivant des *Ascoceras*, qui sont pourvus d'une série de cloisons latéralement placées sur leur côté dorsal, et dont le type est *A. bohemicum* (fig. 20 à 28). Il nous serait encore plus aisé de faire concevoir comment les Orthocères dits *regulares*, c'est-à-dire ayant un siphon plus ou moins central, d'un faible diamètre et soudé à un goulot très court, dérivent d'une manière analogue d'un autre groupe d'*Ascoceras*, dont *A. Buchi* est le type, et qui ne possèdent qu'une seule loge à air, obliquement appliquée à l'extrémité inférieure de la chambre d'habitation (fig. 16 à 19). Les limites de cette communication ne nous permettent pas de nous étendre sur ce sujet, que nous traitons dans notre ouvrage.

En résumé, le genre *Ascoceras* offre, sous la forme la plus simple, tous les éléments importants qui constituent la coquille des autres genres des Nautilides. Ces éléments remplissent les mêmes fonctions, quelle que soit leur forme, dans tous ces céphalopodes. Enfin, l'étude des phénomènes du remplissage organique

des siphons nous conduit à reconnaître, malgré la diversité des apparences extérieures, une grande analogie entre les animaux des *Ascoceras* et de certains *Orthoceras* de la faune seconde. *Ascoceras* peut donc être considéré comme le premier terme ou prototype de la série des Nautilides.

Il ne nous reste que quelques mots à ajouter sur l'ordre d'apparition des *Ascoceras* par rapport aux autres Nautilides.

Les douze espèces d'*Ascoceras* que nous avons découvertes en Bohême appartiennent toutes à la division silurienne supérieure, c'est-à-dire à la faune troisième. Jusqu'à ces derniers temps, aucune trace de ce nouveau genre n'avait été signalée dans d'autres contrées.

Vers la fin de l'année 1854, M. Ferd. Roemer, professeur à Bonn, nous a annoncé la découverte d'une forme semblable parmi des fossiles provenant de Brewig en Norwège, et qu'il considère comme appartenant à la division silurienne inférieure. Nous ne connaissons pas les motifs sur lesquels ce savant fonde la détermination de cet horizon géologique, mais il est très concevable que l'on trouve *Ascoceras* dans la faune seconde, déjà riche en céphalopodes, dans les régions scandinaves. Cependant ce fait ne nous paraît pas hors de doute, parce que nous avons vu quelques fossiles dont l'apparence indique la faune troisième, et qui proviennent aussi de Brewig. Cette localité semblerait donc présenter à la fois les deux faunes successives, et il resterait une étude locale à faire pour reconnaître leurs limites et fixer plus sûrement l'horizon des *Ascoceras* dans la Norwège.

S'il était démontré que ce genre caractérise exclusivement la faune troisième, en Norwège comme en Bohême, il en résulterait, que la forme la plus simple parmi les Nautilides n'aurait apparu dans les mers paléozoïques que longtemps après les formes plus compliquées ou plus parfaites, si l'on veut, de la même famille. Ce fait confirmerait l'indépendance déjà constatée entre la série naturelle des êtres, sous le rapport de leur développement organique, et l'ordre de leur apparition dans la série chronologique des temps.

Explication des figures.

Fig. 1. *Orthoceras*. — Forme très allongée, dont l'angle apical se rapproche du minimum connu, 2° .

Fig. 2. *Orthoceras*. — Forme très raccourcie, dont l'angle apical se rapproche du maximum connu, 70° .

Fig. 3. *Cyrtoceras*. — Forme moyenne, sous le rapport de la courbure.

- Fig. 4. *Gomphoceras*. — Forme ordinaire, montrant la contraction de l'ouverture, divisée en deux orifices distincts, réunis par un étranglement.
- Fig. 5. *Phragmoceras*. — Les deux orifices résultant de la contraction de l'ouverture sont réunis par un long étranglement.
- Fig. 6. *Lituites simplex*. — Espèce de Bohème, dont la crosse, peu allongée, se termine par une ouverture contractée.
- Fig. 7. *Gyroceras*. — Les tours de spire sont disjoints.
- Fig. 8. *Nautilus*. — Forme ancienne, simple; les tours de spire non embrassants.
- Fig. 9. *Trochoceras*. — Forme à tours conjoints.
- Fig. 10. *Trochoceras*. — Forme à tours disjoints.
- Fig. 11. *Nautilus Pompilius*. — Partie d'une section longitudinale suivant l'axe. La ligne noire et forte indique la nacre formant la lamelle interne de la coquille, la cloison et son goulot. La ligne ponctuée indique l'enveloppe siphonale *mucoso-crétacée* (Valenciennes).
- Fig. 12. *Orthoceras communis*, Wähl. — Fragment montrant le sinus ou soudure incomplète du bord des cloisons, au droit du siphon.
- Fig. 13. *Id.* — Section transverse.
- Fig. 14. *Orthoceras duplex*, Wähl. — Fragment coupé longitudinalement suivant l'axe de la coquille et l'axe du siphon latéral. OOO, loges aériennes. — Les goulots des cloisons sont invaginés les uns dans les autres. — AA, partie de la chambre d'habitation, remplie par la roche compacte, ainsi que la partie supérieure du siphon, renfermant un autre Orthocère adventice. — BB, partie inférieure du siphon, remplie par le calcaire cristallin, déposé par l'animal.
- Fig. 15. *Id.* — Section transverse, suivant *xy*.
- Fig. 16. *Ascoceras Buchi*, Barr. — Section longitudinale suivant l'axe, montrant l'absence des loges aériennes, à l'exception d'une seule à l'extrémité inférieure. Cette loge est caduque.
- Fig. 17. *Id.* — Ouverture du fossile.
- Fig. 18. *Id.* — Section transverse, au milieu de la longueur.
- Fig. 19. *Id.* — Extrémité inférieure du fossile supposé placé horizontalement, et montrant la trace du siphon.
- Fig. 20. *Ascoceras bohemicum*, Barr. — Individu complètement enveloppé de son test et vu par une des faces latérales.
- Fig. 21. *Id.* — Dépouillé de son test, montrant la même face, sur laquelle on voit la grande chambre et les loges aériennes.
- Fig. 22. *Id.* — Sans test, vu par le côté convexe ou ventral, montrant au milieu la grande chambre, incomplètement embrassée par les loges aériennes.
- Fig. 23. *Id.* — Section longitudinale suivant l'axe. On voit, au bas de la grande chambre, l'ouverture siphonale par laquelle elle communique avec la partie aplatie de la loge aérienne inférieure.

- Fig. 24. *Id.* — Vu par le côté dorsal, et montrant de face les loges à air.
- Fig. 25. *Id.* — Chambre d'habitation isolée, par suite de l'enlèvement des loges aériennes.
- Fig. 26. *Id.* — Ouverture du fossile.
- Fig. 27. *Id.* — Section transverse du fossile, sur le milieu de la longueur. La partie ombrée indique la grande chambre.
- Fig. 28. *Id.* — Extrémité inférieure du fossile supposé placé horizontalement. La partie aplatie de la loge à air inférieure est enlevée, pour montrer l'ouverture siphonale au bout de la grande chambre.
- Fig. 29. *Endoceras.* — Section idéale suivant l'axe de la coquille et l'axe du siphon latéral. OOO, loges à air, avec goulots prolongés. — AA, partie de grande chambre remplie par le calcaire compacte, ainsi que la partie supérieure du siphon. — BBB, sommets de trois gaines successives, formées par du calcaire spathique sécrété par l'animal. — *ccc*, vides irréguliers existant entre les gaines successives. — L'espace n'a pas permis de figurer ces gaines avec toute la longueur qu'elles paraissent avoir dans la nature. Le moule, formé dans la gaine supérieure et renfermant un *Orthocère* adventice, est ce que J. Hall nomme *tube embryonnaire*.
- Fig. 30. *Id.* — Section transverse, suivant $\alpha\gamma$.

Séance du 5 février 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, janvier 1855.

De la part de M. J.-L. Combes, *Fumel et ses environs (Haut Agenais). — Recherches géologiques et paléontologiques, météorologiques et botaniques*, in-8, 56 p. Agen, 1855, chez Prosper Noubel.

De la part de M. Filippo Parlatore, *Viaggio*, etc. (Voyage Soc. géol., 2^e série, tome XII.

dans les parties septentrionales de l'Europe, dans l'année 1851, 1^{re} partie, narration du voyage), in-8, 392 p., 1 carte. Florence, 1854, chez Lemonnier.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 4 et 5.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. VIII, n° 48, décembre 1854.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 75, 7^e année, novembre 1854.

L'Institut, 1855, nos 1099 et 1100.

Précis statistique sur le canton de Beauvais (Oise), rédigé en 1851 (extr. de l'*Annuaire de 1855*), in-8, 338 p., 1 carte.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. V, 2^e sér., nos 31 et 32, III^e et IV^e trimestre 1854.

The Athenæum, 1855, nos 1422 et 1423.

Rendiconto della Società R. Borbonica. — Accademia delle scienze di Napoli, nuova serie, nos 1 à 3, gennaio-giugno 1853, in-4.

Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, serie seconda, t. XIV, 1854.

The american journal of science and arts, by Silliman, 2^e sér., n° 54, novembre 1854.

M. le vicomte d'Archiac lit la lettre suivante de M. de Rouville.

Monsieur,

Permettez-moi, à titre de témoignage de ma haute estime pour votre personne et pour vos travaux, de m'adresser à vous pour communiquer à la Société géologique la découverte d'un nouveau gisement de poissons fossiles à Beaufort, dans les environs de Crest (Drôme); c'est à la bienveillance de M. le docteur Jules Juges, auteur d'un mémoire remarquable sur les forces locomotrices humaines, et médecin à Aouste, et à la complaisance de M. Favre, propriétaire d'un très bel échantillon, que je dois cette découverte.

Je m'empresse d'ajouter que l'âge du gisement que je rapporte aux premiers temps de la période crétacée, période si pauvre en restes ichthyologiques, me semble devoir rehausser l'intérêt d'une

faune que des recherches ultérieures essaieront d'exhumer tout entière. Je ne hasarderai pas aujourd'hui une détermination que je préfère attendre de MM. Paul Gervais et Thiollière; je dirai seulement qu'une queue remarquablement conservée m'a paru identique avec celle figurée par M. Agassiz (vol. II, pl. 34) et rapportée par lui à un *Lepidotus*.

Le village de Beaufort est situé à environ 8 kilomètres de la route de Crest à Saillans, et est posé au sommet de collines néocomiennes presque entièrement constituées par ces couches calcaréo-marneuses, bleues et jaunes, qui forment la plupart de nos garigues du midi de la France, et en particulier celles des environs de Nîmes; elles y présentent ce caractère de stérilité qui leur imprime dans notre horizon un facies presque caractéristique.

A quelques mètres de Beaufort, vers le nord-ouest, commence un plateau tout jonché de fragments irréguliers des roches voisines, et si bien entouré de hauteurs de tous les côtés, qu'on le prendrait, au premier abord, pour un ancien lac desséché. A l'entrée de ce plateau se rencontrent des marnes noires schisteuses renfermant des Bélemnites plates (*Belemnites dilatatus*, Blainv.), et immédiatement au-dessus de ces marnes, en stratification concordante, et ne formant aucun relief, succèdent des couches compactes, un peu grésiques, présentant encore les deux couleurs bleue et jaune, avec une légère teinte verdâtre, et bosselées à leur surface de concrétions cylindriques sans caractère particulier. Ces couches renferment des nodules ellipsoïdaux dont le grand axe atteint quelquefois 0,30 à 0,40 centimètres, lesquels renferment dans leur intérieur des poissons le plus souvent entiers : nouvel exemple du phénomène si commun des centres d'attraction organique.

La nature minéralogique des couches à nodules rappelle le calcaire roux de M. Favre, ou le calcaire jaune miroitant de M. Itier; toutefois il se pourrait, à cause du relief et aussi par suite de quelques observations ultérieures, qu'elles appartenissent à un étage supérieur, l'étage *aptien* ou celui du *gault*. Notre hésitation à l'égard de ces derniers ne surprendra pas ceux qui se rappellent les opinions si diverses touchant l'autonomie du premier, celle de M. Ewald en particulier (*Neues Jahrb.*, 1851), si contrastante avec celle de M. Renevier, dans son beau et récent mémoire sur la perte du Rhône.

Malheureusement le temps ne nous a pas permis de traverser le plateau, ni d'aborder les roches de ceinture; celle du Plan de

Baix, le chemin de Beaufort à la Beaume-Cornillane par Suze, c'est-à-dire la traversée probable de tout le terrain crétacé jusqu'au terrain tertiaire, nous eussent mis à même de nous faire une idée nette de toute la formation.

Obligé de quitter le jour même Beaufort pour Aouste, nous ne fûmes pas médiocrement heureux de trouver le lendemain dans un rayon de quelques kilomètres, aux environs de cette petite ville, l'occasion si regrettée de remonter les couches cretacées.

Aouste, dans le voisinage de Crest, à une dizaine de kilomètres de Beaufort, est située sur les bords de la Drôme, dont la vallée est bordée de talus marneux ou marno-calcaires, d'une couleur généralement sombre que surmontent des calottes de calcaires blanchâtres et massifs (Sc. Gras, *Statist. de la Drôme*). Parmi ces dernières il en est deux remarquables au point de vue orographique, Roche-Colombes, le but de notre course, et Roque-Courbe plus éloignée d'Aouste, et dont le voyageur qui descend le Rhône en bateau à vapeur n'a pas de peine à reconnaître au loin les formes pittoresques; ces roches abruptes présentent en outre cet intérêt géologique, qu'elles sont essentiellement distinctes du calcaire à *Diceras*; celui-ci manque complètement aux environs d'Aouste comme près de Beaufort.

Si l'on suit, comme nous, la route d'Aouste à Roche-Colombes, on rencontre, immédiatement au-dessus de calcaires néocomiens bicolores à Ammonites et à Ancylocères, une assise épaisse de marnes très feuilletées d'une couleur noirâtre, traversées dans tous les sens de filons de carbonate de chaux. Leur ressemblance frappante avec les marnes supra-liasiques dont les distinguent leur position stratigraphique et la présence du *Belemnites semi-caniculatus*, Blainv., que nous y avons recueilli, nous a rappelé ce trait d'analogie constaté entre les deux mêmes terrains, par M. Dufrénoy, dans sa savante description du cirque de Gavarnie (*Mém. pour servir à la descript. géol. de la France*, tom. II, p. 123); ces marnes noirâtres qui représenteraient l'étage aptien de M. Alc. d'Orbigny, et que nous n'avons pas observées à Beaufort, ne présentent encore aucune trace de la teinte verte que nous allons trouver si développée dans les assises supérieures.

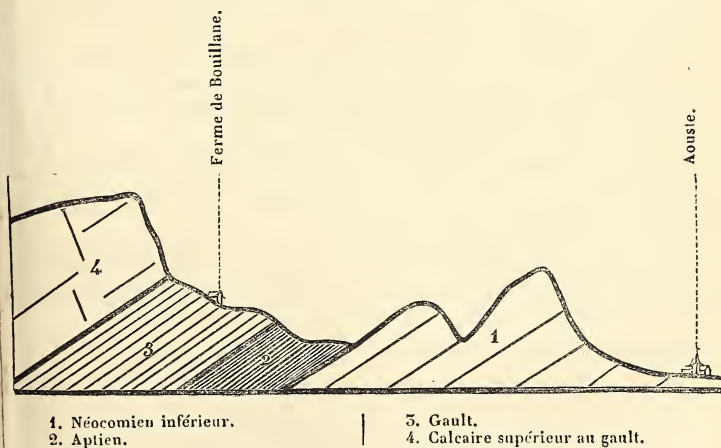
Ces assises sont formées de grès quartzeux et de marnes verdâtres et atteignent une épaisseur de 8 à 10 mètres; elles renferment des bancs intercalés de silex noirâtres; l'abondance des *Inoceramus sulcatus* (Park.) et *concentricus* (Park.) et quelques débris de l'*Ammonites varicosus* (Sow.) constatent l'horizon du gault.

Nous ajouterons que certaines concrétions répandues dans les grès rappellent assez bien celles que nous avons signalées dans les couches à poissons de Beaufort ; mais nous n'y avons rencontré ni nodules ni poissons.

Enfin, au-dessus de ces marnes et de ces grès repose en stratification concordante une masse blanchâtre, compacte, composée d'un calcaire à pâte spathique et pétrié de grains de quartz, dont une coupure élargie pour les besoins des communications constitue le passage appelé dans le pays *le pas de Lauzun ou du Turc*. Ce calcaire, en couches irrégulières, qui atteint en ce point 7 à 8 mètres d'épaisseur, est le même que celui qui couronne le faite des talus ; il descend ici dans le fond de la vallée sous la forme d'une de ces ondes massives, révélatrices du degré de plasticité et de mollesse dont ces couches, aujourd'hui si rigides, ont été un jour susceptibles, et si fréquentes d'ailleurs dans les contrées à roches marneuses et calcaires. Nous n'avons pu y recueillir de fossile déterminable.

Nous avons dû nous borner à constater sa position au-dessus du grès à *Inoceramus sulcatus*. Plus tard il nous sera donné peut-être d'étudier ces relations avec les couches de la craie chloritée et de la craie tuffeau de *Dieu-le-Fit* : il nous suffit pour le moment d'avoir constaté la succession des couches le plus immédiatement en rapport avec les assises à poissons.

Nous la résumons dans le diagramme suivant :



Si une distance de quelques kilomètres seulement nous permet de tenir compte jusqu'à un certain point des analogies tirées de la

coloration verte et de la présence des concrétions, nous en induirons la probabilité que le gisement des poissons appartient aux couches les plus inférieures de l'étage *albien*, puisque ni l'*urgonien*, ni l'*aptien* ne sont représentés à Beaufort; dans tous les cas, il ne saurait être antérieur aux derniers dépôts du néocomien proprement dit. Quant au calcaire spathique supérieur, nous n'aurons garde, dès aujourd'hui et après une course aussi précipitée, de vouloir préciser sa place dans les étages crétacés; nous l'avons sur bonnes preuves distingué du calcaire à *Diceras*; nous le rangerons en attendant parmi ces *calcaires du grès vert*, que, dans sa remarquable notice sur le groupe des montagnes de la Grande-Chartreuse, M. Lory signale à Saint-Agnan, à la Fauge, et près du Villard-de-Lans (pag. 30-31), ou bien parmi ces *calcaires du gault*, dont notre savant collègue, M. Emilien Dumas, vient tout récemment de constater un énorme développement dans le département du Gard; dans ce cas, ils rappelleraient les *tumachelles du gault* de M. Lory, seulement à un niveau géologique plus élevé. Ils pourraient encore correspondre à ces calcaires blanchâtres tuberculeux que vous citez, Monsieur, au sud de Bollène, sous l'ancien manoir de Beauchamp (*Hist. des prog. de la Géol.*, t. IV, p. 520); quoi qu'il en soit, ils jouent dans l'orographie de la Drôme un rôle digne d'une sérieuse considération. N'auraient-ils pas été jusqu'ici confondus avec la *formation moyenne* de M. Gras que vous identifiez avec les calcaires à Caprotines (*Ibid.*, t. IV, p. 516)?

Tels sont, Monsieur, les faits que nous avons recueillis dans une course qui devait être rapide et que le mauvais temps est venu abrégé encore; nous ne les livrons qu'à titre de pièces d'attente pour des recherches futures que nous recommandons aux savants voisins de ces contrées; puissent-ils éveiller leur attention et provoquer de leur part la solution de questions que nous reconnaissons avoir plutôt posées que résolues.

Je serai, je l'espère, à même de vous envoyer un dessin de l'espèce la plus commune, pour l'une des plus prochaines séances.

M. de Verneuil donne lecture du Mémoire suivant :

Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède, par M. Casiano de Prado.

J'ai toujours pensé que l'étude des terrains d'Almaden devait offrir beaucoup d'intérêt, principalement par l'application qu'on en





offrir beaucoup d'intérêt, principalement par l'application qu'on en

pourrait faire à l'exploitation des mines de mercure qui s'y trouvent et qui avaient été très mal dirigées avant la seconde moitié du siècle dernier. C'est alors que le gouvernement espagnol, conseillé par Bowles, fit venir de l'Allemagne des ingénieurs pour conduire les travaux conformément à l'art. Mais ces directeurs, parmi lesquels se trouvait Hoppensack, connaissaient très peu la géologie, et ceux qui les ont remplacés postérieurement n'avaient pas non plus de prétentions à mériter le nom de géologues. Je fus le premier, en 1830, à faire un plan pétrographique de la mine principale, qui se trouve sous le bourg même d'Almaden, à la profondeur de 234 mètres ; j'y remarquai les lignes de stratification, qui, à ce niveau, sont assez dérangées, et je constatai que chaque roche a une couleur différente. Ces premières études m'ont été très utiles lorsque, onze ans plus tard, je suis retourné à Almaden comme chef de l'établissement, place que j'ai occupée pendant deux ans sans pouvoir presque penser à la géologie.

— Beudant disait, il y a trente ans à peu près, que le mercure se trouvait à Almaden dans le terrain du trias. Postérieurement, M. Le Play, qui a fait dans la Sierra-Morena des études très intéressantes, jugea que c'était celui de la grauwacke, guidé qu'il était par le faciès des roches et par les analogies de quelques fossiles qu'il y avait ramassés. Ce fut M. de Verneuil, qui, le premier, en 1850, cherchant et examinant les fossiles sur les lieux mêmes, a fait voir qu'il existait dans cette région le terrain silurien inférieur et le dévonien. Mais il restait à connaître l'ordre de superposition des couches et la disposition des deux terrains, l'un par rapport à l'autre, à voir s'ils y existaient seuls, à étudier les roches plutoniques, à trouver l'époque de l'apparition du cinabre, et à chercher le plus grand nombre possible de fossiles. J'ai fait pour cela quelques courses dans les trois dernières années. Le manque de bonnes coupes, servant à l'étude des superpositions dans les environs d'Almaden, m'a obligé d'étendre mes explorations assez loin au N., au N.-E. et au N.-O. Malgré cela, les difficultés que j'ai trouvées sous ce rapport sont telles que, peut-être, il faudra de longues recherches encore pour les vaincre. J'ai donc cru que je devais faire une halte pour exposer l'état des questions que je m'étais imposé de résoudre.

Assurément, il reste beaucoup à faire pour connaître la géologie d'un pays aussi entrecoupé de montagnes que l'Espagne, et où il y a tant de lieux qu'aucun géologue n'a encore visités. Cependant, par tout ce que l'on en sait déjà, et à en juger par les anomalies que ses terrains présentent, on peut bien dire que peu de régions ont passé par autant de révolutions et de bouleversements dans les

différentes époques géologiques. Et en effet, où voit-on ici, comme dans d'autres points de l'Europe, je ne dirai pas toute ou presque toute la série des terrains reposant les uns sur les autres dans l'ordre de leur ancienneté, mais un seul terrain complet avec tous ses étages ? souvent, au contraire, ces étages, chez nous, sont réduits à un seul.

D'un autre côté, si depuis le terrain du trias jusqu'aux plus modernes, les couches sont quelquefois peu inclinées, quoique soulevées à une grande hauteur, le terrain sur lequel chacun repose varie d'un lieu à l'autre, et rien n'est si commun que de voir, par exemple, la craie tuffeau immédiatement sur le lias, d'autres fois sur le trias, ailleurs sur le terrain silurien ou sur le gneiss, et à des distances peu considérables. Un autre fait digne d'être remarqué, c'est que le terrain permien manque complètement dans toute la Péninsule, ou que, du moins, on n'a pas encore un seul indice certain de son existence. Quant aux terrains silurien, dévonien et carbonifère, je ne les ai jamais vus que fortement redressés. Si quelquefois ils se trouvent en couches peu inclinées, c'est seulement sur de petites étendues, et peut-être ne sont-ce que des effets d'affaissement. C'est à la ville même d'Alcaraz que les terrains anciens de la Sierra-Morena finissent vers l'est, et c'est là que j'ai pu voir leur contact avec le trias. Celui-ci, avec une puissance de 200 mètres au moins, se trouve en couches presque horizontales, tandis qu'à côté, les couches du terrain silurien se dirigent O.-N.-O. — E.-S.-E., avec un plongement de 70° au N.-N.-E. Loin de la Sierra-Morena, j'ai observé le même fait. On peut donc croire qu'à l'époque du trias, les terrains paléozoïques se trouvaient déjà fortement redressés dans la péninsule ibérique.

De ces terrains, le silurien inférieur est celui qui prend le plus grand développement dans la partie centrale, c'est-à-dire dans la Sierra-Morena, l'Estramadure et la province de Tolède. Le terrain dévonien l'accompagne, mais seulement en quelques points et en lambeaux, comme à Almaden, à Valdeazogues, à Cabeza-del-Buey et à Herrera-del-Duque. De prime abord, on pourrait croire que, entremêlés ensemble, les deux terrains n'en forment qu'un seul, mais un tel jugement ne peut pas être admis, attendu les nombreux fossiles qu'après de longues recherches je suis venu à bout de réunir ; car ce serait en apposition avec tout ce que l'on a observé dans d'autres régions, où les deux terrains se trouvent bien réglés et occupent ensemble de grands espaces. D'un autre côté, l'intercalation de portions ou de bandes dévoniennes dans le terrain silurien n'a lieu que lorsque les deux terrains se trouvent en couches forte-

ment inclinées ; de plus, elle ne se continue pas sur des distances considérables, et le terrain silurien reste seul occupant de grandes étendues. J'ai observé des intercalations apparentes semblables entre les terrains dévonien et carbonifère de la chaîne cantabrique, et je crois que ces accidents peuvent avoir lieu toutes les fois que le terrain sur lequel un autre s'est déposé se trouvait déjà redressé en partie et dégradé, et qu'ensuite les deux ensemble ont subi un nouveau mouvement. Le terrain silurien supérieur manquant dans la Sierra-Morena, du moins du côté du nord (1), et dans les montagnes de Tolède, le dévonien n'a pu se déposer qu'après une longue interruption, et l'on conçoit bien qu'il n'ait pu faire un tout avec le terrain silurien inférieur, s'accommoder à lui ni le suivre dans tous ses plissements. Étrangers en quelque sorte l'un à l'autre, on peut concevoir que le plus nouveau ait disparu par la dénudation presque tout entier, surtout dans les cas où il avait acquis peu de puissance.

D'un autre côté, ce ne sont pas seulement les fossiles qui nous forcent d'admettre dans cette région deux terrains au lieu d'un : ce sont encore les caractères des roches, examinées attentivement. Je commencerai donc par les exposer le plus complètement qu'il me sera possible.

Dans le terrain silurien, c'est le schiste qui est la roche la plus abondante. Souvent il est noir. Il y en a aussi de blanc qu'on emploie, en le délayant dans l'eau, pour blanchir les maisons dans plusieurs provinces. Plus communément, il est gris ou brunâtre, presque toujours tacheté par l'hydroxyde de fer. Il prend quelquefois les couleurs rougeâtre, jaunâtre ou bleuâtre. On en voit aussi avec du mica argentin en très petites paillettes. Assez fréquemment, il perd sa structure caractéristique et il devient terreux. Ses feuillets ne sont jamais droits ni très continus, et souvent ils sont fissurés en tous sens, et alors il est assez difficile d'en prendre la direction. Le schiste ardoisier, si commun dans le même terrain en d'autres régions de l'Espagne et hors d'Espagne, est une rareté dans la Sierra-Morena et dans les montagnes de Tolède. J'en ai vu seulement un peu à Castuera, où on l'appelle *pizarra de librillo* (schiste de livret), et encore ne se voit-il pas exempt de fissures transversales.

Tous ces schistes contiennent assez souvent dans leur masse des rognons sphéroïdaux ou ovalaires, quelques fois très durs et pyriteux, du moins au centre, d'autres fois assez tendres, formés de la matière même du schiste, avec une partie creuse au milieu. A Almaden,

(1) M. de Verneuil a signalé l'existence de couches ampéliteuses à *Cardiola interrupta*, à sept ou huit heures au N.-E. de Cordoue.

près du contact du cinabre, on en trouve dans le schiste noir qui ont jusqu'à un pied de diamètre, toujours avec de la pyrite de fer, et il n'est pas rare qu'ils contiennent aussi du cinabre en croûtes à l'extérieur. Dans les mines, je n'ai jamais vu les boules de diorite ou d'euphotide dont parle M. Le Play.

C'est dans les schistes que j'ai trouvé la plupart des fossiles siluriens. J'en ai vu même dans les couches blanchâtres, mais seulement à Herrera-del-Duque. Les Graptolites ne se trouvent que dans un schiste noir assez tendre, que l'on emploie quelquefois comme crayon, ou même pour des peintures grossières, en le délayant dans l'eau. Celui qui se trouve au contact du cinabre dans les mines d'Almaden contient aussi des Graptolites un peu effacés, que j'ai retrouvés aussi dans le prolongement de la même roche, un quart de lieue à l'ouest. Plus le schiste est doux, et plus ces fossiles deviennent rares et peu déterminables. Lorsque le véritable schiste à Graptolites tel qu'il existe à el Muyo se trouve converti en ardoise, comme à Serracin, dans la chaîne du Guadarrama, ces fossiles disparaissent presque complètement, car je n'y ai pu ramasser qu'un seul mauvais échantillon. Tous les Graptolites que j'ai vus en Espagne ne se rencontrent que dans les schistes, et seulement en empreintes. Avec eux, on voit souvent une petite Térébratule et un Orthocère, presque toujours écrasés; et cela non-seulement dans la Sierra-Morena, mais encore dans la chaîne du Guadarrama et dans les montagnes de Molina d'Aragon.

Un fait assez curieux, c'est que, entre Ciudad-Real et el corral de Caracuel, on voit des empreintes de Graptolites sur les rognons pyriteux dont j'ai parlé, qui se trouvent toujours couverts d'un enduit noir et luisant, et dont la forme est celle d'une lentille parfaite de 4 ou 5 centimètres de diamètre.

Le fossile le plus abondant du terrain silurien, c'est le *Calymene Tristani*. Lorsque les schistes sont fossilifères, il ne manque presque jamais. J'en ai ramassé depuis Nava entre Sierra, près du Tage, jusqu'à la Ballesterilla, près d'Almodovar-del-Campo, dans une étendue de 30 lieues, à peu près. Viennent ensuite l'*Orthis testudinaria*, peut-être aussi abondante que le *Calymene Tristani*, mais toujours en empreintes, un petit *Orthoceratites*, le *Bellerophon bilobatus*, le *Calymene Arago*, quelques moules de lamellibranches et de gastéropodes, le *Placoparia Tournemini*, des *Illænus*, des *Dalmanites*, des *Asaphus* et des polypiers. Quelques espèces ne se sont encore rencontrées que dans une ou deux localités, comme le *Trinucleus Goldfussi*, que l'on trouve dans le Peralejo, au nord de Guadalmez, et l'*Orthoceratites duplex*, qui provient de Huerta-del-Llano, au nord de Chillón. On traverse quelquefois de grandes étendues sans voir un

seul fossile ; mais, dans quelques points, la roche s'en trouve pétrie, quoiqu'en moules et en fragments souvent indéterminables. Les mieux conservés sont les Trilobites, et néanmoins il est extrêmement rare d'en trouver un seul échantillon complet. La localité la plus riche est située sur les bords du Guadiana, dans les environs de los Pozuelos, tout près du pont nommé *Puente de las Ovejas*, à 3 lieues de Ciudad Real ; il est vrai de dire que c'est là seulement que j'ai fait faire quelques fouilles, en suivant l'exemple de M. Barrande, qui, dans la Bohême, nous a fait connaître tant de trésors. Parmi les échantillons que j'y ai ramassés, se trouve la *Calymene pulchra*, un *Lichas* nouveau, et quelques autres espèces qui seront décrites à la suite de ce mémoire par mes amis, MM. de Verneuil et Barrande.

Après le schiste, c'est le quartzite qui est la roche prédominante dans le terrain silurien. Presque toujours il est blanc, quoique assez souvent il soit tacheté de rouge par le peroxyde de fer, surtout le long des fissures de stratification ou des fentes transversales. Il est très dur et à grain très fin, traversé en beaucoup de points par des veines et des filons de quartz. Quelquefois il passe à un poudingue à très petits cailloux soudés si fortement qu'il est impossible de les séparer de la masse. A Puertollano, Abenojar et Luciana, et à Navà-de-Ricomalillo, dans les montagnes de Tolède, où il contient de l'or, ces cailloux sont plus gros, et alors ils se détachent plus facilement. Le quartzite qui se trouve au contact du schiste noir prend quelquefois alors la même couleur, et il est bien difficile d'expliquer comment, au milieu du même schiste et dans une petite distance, il y a des couches de quartzite noir et de quartzite blanc. L'un et l'autre prennent souvent une grande puissance, formant des crêtes assez élevées, très découpées lorsqu'ils sont en couches verticales. Jamais, dans ces quartzites durs et de grande épaisseur, je n'ai vu d'autres fossiles que des Fucoïdes, des Bilobites et autres végétaux très rares dont j'ai réuni déjà une collection assez intéressante (1). Mais ce sont les Bilobites qui abondent le plus, et il y en a peut-être de plusieurs espèces. J'en ai trouvé partout, à la Sierra-Morena et dans les montagnes de Tolède, et même dans la province de Madrid et dans celle de Salamanque. A Castuera, il y a une montagne de quartzite noir qui en est toute pétrie. Les Bilobites ne traversent jamais les couches, mais ils sont parallèles au plan de stratification. Quant aux Fucoïdes et autres végétaux, on observe que quelquefois ils les traversent perpendiculairement à ces surfaces. Si les Bilobites manquaient, je placerais encore ces quartzites dans le terrain silurien inférieur, parce

(1) Quelques-uns sont indubitablement terrestres.

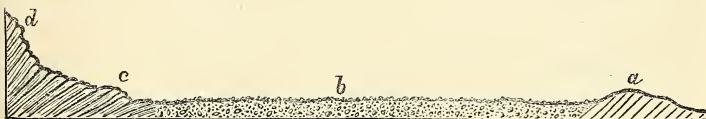
que, dans les fissures de stratification, il y a très souvent quelques feuillettes de schiste que je ne peux pas séparer de ceux du même terrain. D'un autre côté, s'il y a de grandes masses ou bandes de quartzite, séparées nettement des schistes, d'autres fois, il y a des points où les deux roches paraissent présenter des alternances.

Ce n'est que dans les quartzites situés au milieu du schiste que l'on voit des fossiles animaux; mais alors on peut dire que c'est une autre roche, un grès assez tendre et souvent micacé. J'ai dit que le quartzite se voyait souvent tacheté par le peroxyde de fer : dans le grès dont je parle à présent, c'est l'hydroxyde du même métal qui le teint en jaune, comme on peut le voir à Almaden même, tout près de l'entrée de la galerie d'écoulement la plus profonde de la mine, où j'ai ramassé *C. Tristani*, *Placoparia Tournemini*, *Bellerophon bilobatus*, etc. A Valdezogues, j'ai trouvé dans le même grès *Trinucleus Goldfussi* avec des *Orthis* et des *Tentaculites*. Dans quelques points, il est assez tendre et même il passe au schiste. Dans ce cas, il contient des rognons de la même matière qui ne sont jamais durs. J'en ai vu un de forme sphérique, dont les couches, concentriques à l'extérieur, enveloppaient un autre rognon, sphérique aussi, mais formé de couches plates et parallèles.

M. Le Play dit que le calcaire manque presque complètement dans le territoire d'Almaden, et il ne l'a vu qu'à el Alamillo; on en trouve, au contraire, partout, dans le terrain silurien, de même que dans le dévonien, mais seulement en couches subordonnées, souvent cachées, qui ne forment jamais de grandes masses saillantes. Dans le terrain silurien, il ne se trouve que dans les schistes. Le plus souvent, il est de couleur grise. Le calcaire noir se voit entre Valdezogues et Fontanosas, et entre Brazatortas et Veredas, tout pétri de *C. Tristani*, *Bellerophon bilobatus*, etc., et à Santa-Eufemia, où l'on s'en sert pour faire de la chaux grasse, très rare de ce côté-là de la Sierra-Morena. Souvent les fossiles manquent dans cette roche, à l'exception de quelques mauvais polypiers.

Maintenant je dois parler d'une localité, Los Cortijos de Malagon, à cinq lieues à l'O. de Fuente-del-Fresno, et huit lieues au N.-O. de Ciudad-Real, où j'ai trouvé quelques fragments de Trilobites, sur lesquels j'ai appelé l'attention de M. Barrande, qui a cru y reconnaître un *Ellipsocephalus*, genre caractéristique de la faune primordiale. Los Cortijos de Malagon est un pauvre petit village composé de cabanes plutôt que de maisons, sans église, qui se trouve dans une plaine entourée de montagnes basses, et arrosée par une rivière que l'on appelle Humera, et qui se jette tout près de là dans le Bullaque. La roche qui contient les fossiles est un grès de couleur gris clair, très

tendre, et avec quelques paillettes de mica blanc argentin. Un autre grès de la même couleur, un peu plus foncé, l'accompagne ; mais celui-ci n'a pas de fossiles. L'un et l'autre contiennent dans leur masse de petits cristaux cubiques de pyrite de fer très clairsemés. La direction des couches est N.-S. à peu près et le plongement de 40 ou 50° à l'E. Elles ne se trouvent pas souvent dégagées, et le diluvium empêche de les reconnaître presque partout. Ce lieu appartient à la province de Ciudad-Real ; mais il se trouve dans les montagnes qu'on a appelées montagnes de Tolède. Je n'ai pas encore vu, dans le terrain silurien de l'Espagne, des roches et des fossiles semblables. Le diluvium empêche de voir le rapport de ces roches avec celles du terrain dominant dans cette contrée, et qui correspondent à l'étage D de M. Barrande. Toutefois, selon la coupe ci-dessous, on peut être presque sûr que les couches de los Cortijos de Malagon se trouvent à la partie inférieure.



- a. Couches de grès à *Ellipsocephalus*, dirigées N.-S. et plongeant de 40 à 50°.
- b. Diluvium.
- c. Grès grisâtre, tout pétri de petits Encrinures, parallèles ou perpendiculaires aux couches; celles-ci, d'abord presque horizontales, se relèvent peu à peu dans le même sens que les grès a.
- d. Quartzites à Bilobites, comme ceux d'Almaden, plongeant fortement à l'E.

C'est dans les quartzites indiqués par la lettre *d* que se trouve le *puerto de las Navas*, à une lieue au N.-E. de los Cortijos. Plus au N.-E., il y a une autre plaine couverte de diluvium ; puis viennent ensuite des schistes où j'ai ramassé, du côté de Molinillo, des fragments d'*Asaphus*, et plus au N.-E., ou, si l'on veut, au N., une autre bande de quartzite avec des Bilobites, qui forme de ce côté la limite du terrain silurien, et au delà de laquelle, sans aucune autre roche intermédiaire, se trouve le granite d'Orgaz et de Ventas-con-Peña-Aguilera, qui se prolonge jusqu'à Tolède, accompagné souvent de gneiss et de calcaires métamorphiques.

En suivant la direction de l'est, à partir de los Cortijos, on marche pendant deux lieues sur du diluvium, qui recouvre les collines que l'on traverse jusqu'à la Casa del Emperador. Ensuite, jusqu'à Urda, à trois lieues et demie plus loin, on rencontre presque toujours du quartzite gris obscur et du calcaire noir tacheté de blanc assez métamorphique, dont la direction varie de N. — S. à N.-O. — S.-E., et où je n'ai pas trouvé un seul fossile, de manière que je ne saurais dire

à quel étage ce terrain appartient. Dans aucun autre lieu de la Sierra-Morena ou des montagnes de Tolède, on ne voit des masses aussi considérables de calcaire. En se dirigeant au S.-E., vers Fuente del Fresno ou Malagon, le terrain de los Cortijos s'étend, à ce qu'il paraît, jusqu'à deux lieues de distance, et c'est là qu'il faudra faire des recherches pour trouver de nouveaux fossiles, de même que dans la direction de Porzuna et de la Torre de Abraham.

Dans le terrain dévonien, il y a très peu de schistes ; ils sont subordonnés aux grès, et ne prennent jamais un grand développement. Leur couleur est gris jaunâtre, verdâtre ou rougeâtre. A Guadalperal, j'en ai vu aussi de noirâtres, mais assez différents de ceux qui ont la même couleur dans le terrain silurien, et qui sont plus foncés. Ils sont assez tendres et même terreux, et presque toujours sans fossiles. Ce sont les grès qui abondent le plus ; mais ils ne sont jamais ou presque jamais aussi durs que dans le terrain silurien. Quelquefois ils sont blancs, plus ou moins jaunâtres ou grisâtres, ferrugineux, jamais noirs. On en trouve aussi de rouges avec peroxyde de fer, mais ce minerai y est moins abondant que dans les grès dévoniens du versant sud de la chaîne cantabrique, du côté de la province de Léon, où il est largement exploité. En général, dans la Sierra-Morena, les roches dévoniennes sont bien plus ferrugineuses que les siluriennes. C'est dans les grès que se trouvent la plupart des fossiles caractéristiques de ce terrain. Les plus abondants, et dont la roche est quelquefois pétrie, sont les suivants : *Terebratula undata*, *T. Mariana*, espèce voisine de la *T. Eucharis*, *Spirifer Bouchardi*, *S. subspectuosus*, *S. Verneuli*, *Productus subaculeatus*, *Leptaena Dutertrei*, et *Pleurodyctium problematicum*, comme on le voit à Guadalmes, Guadalperal, Vallenegrillo, Chillon, Puerto del Ciervo et Cabeza del Buey. Viennent ensuite plusieurs autres espèces, telles que *Orthoceratites vermicularis*, *Capulus cassideus*, *Grammysia Hamiltonensis*, *Mytilus dimidiatus* ; plusieurs espèces d'Avicules : *Leptaena Murchisoni*, *Terebratula reticularis*, *T. concentrica*, *Spirifer heteroclytus*, *Dalmanites sublaciniata*, *Phacops latifrons*, *Homalonotus Pradoanus* et plusieurs autres. Guadalperal et Chillon sont les localités les plus riches. Dans les grès dévoniens se trouvent aussi quelques Fucoïdes,

Les calcaires de ce terrain sont d'une couleur presque toujours grisâtre. C'est à Herrera-del-Duque seulement qu'il y en a de noirs avec des veines blanches de spath calcaire ; dans l'un et l'autre cas, sans les fossiles, il n'est pas possible de les distinguer de ceux du terrain silurien. Les calcaires sont moins fossilifères que les grès. A Chillon, ils contiennent une grande *Acervularia* et autres polypiers,

à las Casas del Castillo, près de Castillejo, on a trouvé la *Terebratula Orbignyana*, à la Casa de la Vega, la *Terebratula Mariana* en grand nombre, à Herrera del Duque, un *Cyrtoceras* et un *Orthoceras*, des *Avicula* et le *Phacops latifrons*. Je dois faire ici une observation : c'est que dans cette dernière localité, la roche étant très dure, il faut presque toujours la calciner un peu pour pouvoir en arracher les fossiles. Le terrain silurien d'Espagne est beaucoup plus riche en Trilobites que le dévonien, comme partout ailleurs ; mais, en général, celui-ci contient un plus grand nombre de coquilles fossiles, quoiqu'il ne se montre que sur des espaces très limités.

Je dois parler à présent d'une autre sorte de roches particulières au territoire d'Almaden, et auxquelles les mineurs ont donné depuis longtemps le nom de *pedra frailesca* ou *pedra franciscana*, parce que le plus souvent elles ont la couleur de l'habit des Cordeliers (*frailes franciscos*), dont il y avait jadis un couvent à la porte du bourg. Quelquefois il est assez difficile de décider quel est le terrain auquel elles appartiennent, et c'est pour cela que je n'en ai pas voulu parler jusqu'à présent. Je n'ai jamais vu que les couches se prolongeassent à une grande distance. Ce sont des brèches ordinairement à fragments de schiste noir, quelquefois sans ciment apparent, d'autres fois avec un ciment de calcaire magnésien gris clair, mêlé de grains de sable et même des petits fragments de quartzite. Il y en a encore sans schiste et dont la masse est un quartzite noir tout parsemé de petits fragments de ce calcaire dolomitique dont je viens de parler. C'est à Almaden, presque au contact des couches cinabrifères, que se trouve la *pedra frailesca* à ciment de calcaire dolomitique, avec des fragments de schiste noir foncé, très minces et non roulés, qui, quelquefois, ont 2 ou 3 décimètres de longueur. La roche, malgré la prédominance du calcaire, a une structure schisteuse en grand. Sa puissance est de plus de 50 mètres. On ne connaît pas ses limites en longueur, mais elle ne peut pas être de plus de 300 ou 400 mètres, et, probablement, forme une grande lentille, comme je le figure dans la planche VI, figure 2. Dans sa masse se trouvent beaucoup de druses tapissées de petits rhomboèdres de dolomie de couleur blanc nacré. On a vu de ces druses qui avaient jusqu'à un mètre ou deux de largeur.

Les stalactites que produit cette roche dans les anciennes galeries sont de carbonate de chaux de couleur blanc de neige, où les réactifs ne m'ont pas donné un seul atome de magnésie. J'appelai sur ce fait l'attention de M. Daubeny, qui, en 1843, descendit avec moi dans la mine d'Almaden, et il me dit que jamais il n'avait trouvé de magnésie dans les stalactites des calcaires dolomitiques. Mais M. Thons-

thon a présenté à l'Association britannique réunie à Hull, en 1853, des échantillons d'un calcaire magnésien formé par dépôt, tout près d'une source à Neesham, sur la rive nord de la Fees, dans lequel il avait trouvé autant de magnésie que dans le calcaire dolomitique de Durham; et il pense que tous ces calcaires ont été formés de la même manière, ce que je ne crois pas vrai, du moins dans toutes les circonstances, et ce que ne croirait pas, sans doute, le savant professeur d'Oxford.

A la mine d'Almaden, on voit quelquefois, au milieu du schiste noir, des couches isolées de calcaire magnésien blanc, d'aspect saccharin et homogène; ce ne sont que des lentilles, quelquefois très grandes, que l'on traverse par des galeries, et que d'autres galeries, à 30 ou 40 mètres de distance dans le sens vertical ou horizontal, ne traversent plus. On voit aussi le même calcaire en veinules et en petits filons au milieu de la *pedra frailesca*, et il n'est pas rare d'y trouver quelques petits cristaux de cinabre, ce que j'ai observé aussi en Asturies dans une mine de cinabre, près de Mières, où ce calcaire est encore plus pur et plus beau qu'à Almaden, quoiqu'il se présente au milieu du terrain houiller et tout près de la houille.

Une des deux seules localités où j'aie vu des fossiles dans la *pedra frailesca* se trouve un peu à l'ouest de Chillon, dans la *Noria nueva*. Ils sont presque méconnaissables, mais ils offrent un faciès plutôt dévonien que silurien, et d'un autre côté le terrain d'alentour est dévonien. La roche est un assemblage de fragments presque arrondis de calcaire gris blanchâtre, agglomérés par une matière schisteuse de couleur gris foncé. A Guadalperal, elle est dévonienne aussi, à en juger par le terrain au milieu duquel elle se trouve. C'est un calcaire gris verdâtre avec quelques petits fragments d'un schiste presque noir, très clair-semés. Je crois que la couleur du calcaire est due au mélaphyre ou à la serpentine qui doit se trouver à son contact et dont j'ai ramassé des échantillons au milieu des décombres et de l'humus qui couvrent le terrain. La *pedra frailesca* contient là quelques mouches ou veinules de cinabre, et l'on y a pratiqué des fouilles assez considérables du temps des Romains, à en juger par les médailles, les lampes, et autres ustensiles qu'on y a trouvés. Quoique les fossiles manquent dans la *pedra frailesca* d'Almaden, on peut croire qu'elle est silurienne, se trouvant au milieu du schiste silurien, et l'on peut dire la même chose du calcaire blanc saccharin dont j'ai parlé (1). A Valdezogues, dans la mine de mercure de el Entredicho, la même roche est également silurienne parce qu'elle se trouve au

(1) Dernièrement j'y ai trouvé des Bilobites, et il ne peut plus rester de doute sous ce rapport.

milieu du même schiste qu'à Almaden, et, si l'on veut, parce qu'elle offre des caractères identiques (1). Hors du territoire d'Almaden, je n'ai pas vu de roches pareilles dans toute l'Espagne, et, il y a vingt ans, on les aurait appelées des *grauwackes* schisteuses, mot non moins barbare que celui de *piedra frailesca*. On ne les trouve jamais au milieu des quartzites, où l'on voit seulement des poudingues quartzeux, à gros et à petits éléments mêlés quelquefois avec des fragments de lydienne. Le feldspath manque toujours, comme dans la *grauwacke* du Hartz.

Malgré tout ce que j'ai dit sur les caractères des roches dévoniennes et siluriennes, quelquefois, si les fossiles manquent, on ne sait comment les reconnaître. Je n'ai jamais vu au juste, jusqu'à présent, où les unes commençaient et où les autres finissaient, et les lignes de séparation que j'ai tracées dans la petite carte géologique ci-jointe (pl. VI) sont un peu vagues. Je considère le schiste noir foncé ou blanc, de même que le quartzite noir et blanc, dur, rubanné ou tacheté de rouge comme siluriens. On peut encore dire que toute grande masse formée de schistes est silurienne, de même que les roches très chargées de fer sont dévoniennes. Hors ces cas, il faut beaucoup de réserve pour se prononcer sur l'âge de ces roches. Ma carte n'est qu'une première ébauche : dans tout ce qui se trouve marqué comme terrain silurien, il peut y avoir encore quelques lambeaux de terrain dévonien, à en juger par le faciès des roches, et dans les grands espaces marqués comme dévoniens, il peut se trouver de même quelques lambeaux siluriens ; mais, n'ayant pu y trouver de fossiles, j'ai cru que je devais laisser ce point pour être éclairci plus tard, si cela est possible. Voici un exemple :



a. Colline de quartzite sur laquelle est bâti Almaden.

a'. Schiste noir également silurien.

b. Autre colline au N., où est le puerto de los Enamorados, composée de grès blanc assez dur, avec fossiles dévoniens.

Les grès dévoniens se continuent plus au nord jusqu'au puerto del Ciervo. Entre *a'* et *b*, on voit des grès et des schistes jaunâtres sans fossiles, au milieu desquels il m'a été impossible de fixer la ligne de

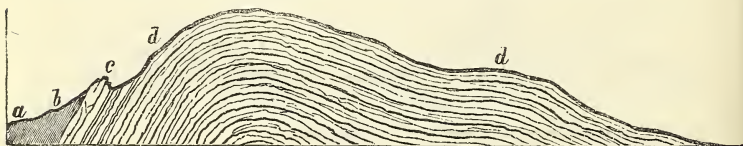
(1) La *piedra frailesca* du terrain dévonien est toujours un peu différente.

séparation des deux terrains. D'autres fois, c'est le diluvium ou la terre végétale qui empêche de voir cette ligne.

On peut dire aussi que le terrain dévonien n'atteint jamais une grande hauteur. Si quelquefois il s'élève un peu, comme au Puerto del Ciervo, au cerro del Buey, près de Guadalmes, etc., le plus souvent il se trouve assez bas. Les quartzites siluriens, bien plus durs, ont mieux résisté à la dénudation, et ce sont eux qui constituent les masses culminantes des montagnes de Guadalupe, dont le point le plus haut est à 1467 mètres au-dessus de la mer. Ce sont eux aussi qui couronnent, en formant de grandes murailles crénelées, ces innombrables collines ou cerros, parsemés dans une grande étendue du pays, et qui lui impriment une physionomie orographique si particulière.

Les terrains dont il s'agit ont été indubitablement formés par des sédiments déposés en couches horizontales ; mais quels grands mouvements n'ont-ils pas dû subir postérieurement ! Si, dans le reste de l'Europe, on a pu rétablir presque toujours l'ordre des couches dans les terrains paléozoïques, quoiqu'elles soient quelquefois fortement dérangées, cela est presque impossible en Espagne, où personne n'a essayé, jusqu'à présent, de faire une bonne coupe dans laquelle cet ordre soit bien établi.

Lorsqu'on marche pendant plusieurs lieues sur la tranche de couches fortement redressées, on admet, en général, qu'elles se répètent, ce qui résulte de ce qu'après leur formation elles ont été refoulées et plissées, et que la dénudation en a ensuite fait disparaître la partie supérieure. Mais en Espagne, cette dénudation a été si profonde que l'on ne voit presque pas de restes de ces plissements. Je n'en ai vu qu'un seul, qui se trouve sur le bord gauche du Javalon, une lieue avant sa jonction avec le Guadiana. En voici une esquisse.



a. Schiste rougeâtre.

b. Schiste noir ampeliteux à Graptolites.

c. Banc de quartzite blanc.

d. d. Couches minces de grès noir assez dur, alternant avec des schistes de la même couleur.

Le diluvium couvre le terrain d'alentour, et cette coupe n'ayant que 15 mètres de hauteur, à peu près, ne nous apprend rien. Si, en admettant que les couches se trouvent répétées, nous tâchons de les retrouver dans une position symétrique, nous ne

sommes guère plus heureux dans nos efforts. Le schiste, qui est la roche dominante, et à laquelle on peut dire que les autres sont subordonnées, varie d'un lieu à l'autre. Les bandes de *piedra frailesca* et de calcaire, qui sont presque toujours assez étroites, ne présentent pas une grande longueur, ce qui veut dire que, dans le sens transversal, elles n'ont pas acquis non plus une grande continuité. Aussi je n'ai pas pu m'assurer de leur répétition. On pourrait croire que les bandes de quartzites, qui sont les plus apparentes, devraient être de plus d'utilité ; mais ces bandes finissent toutes aussi en longueur, les unes plutôt que les autres, quoiqu'il y en ait qui s'étendent à plusieurs lieues ; et, lorsqu'on cherche celles qui pouvaient se correspondre, on ne peut pas être sûr de leur identité, parce que leur puissance diffère souvent considérablement, de même que les caractères de la roche. Il y a aussi des bandes ou des masses de quartzite que l'on ne sait où classer, comme celles des environs de Tembleque, celles d'Alcazar de San-Juan et autres, au centre de la Manche. Où vont reparaître ces trois bandes de quartzites siluriennes que l'on voit à Almaden, séparées entre elles par d'autres bandes schisteuses, siluriennes aussi ? Il faut marcher une lieue au sud, jusqu'au castillo de Asnaron, et trois lieues au nord, derrière Gargantiel, pour trouver les mêmes quartzites ; mais, dans un lieu comme dans l'autre, les bandes schisteuses intermédiaires manquent tout à fait, de même que celle de quartzite noir, en partie pénétrée de cinabre, qui se trouve sous le bourg même d'Almaden. Dans ce dernier lieu on atteint dans la mine une profondeur de 250 mètres au-dessous du bourg, et 370 mètres, à peu près, au-dessous des crêtes de la chapelle de Nuestra Señora del Castillo, et l'on ne voit pas encore le moindre indice que les couches, qui s'enfoncent presque verticalement, commencent à se replier d'un côté ou de l'autre. Combien de mètres faudrait-il creuser encore pour voir en dessous ce qu'on n'a presque jamais vu encore en dessus ? Je l'ignore ; et, qu'on me permette de le dire, il serait bien possible que, par en bas aussi, les couches se trouvassent interrompues et sans correspondance les unes avec les autres.

C'est une chose assez notable que la tendance des terrains paléozoïques de l'Espagne à se présenter en couches verticales et fortement inclinées. J'ai vu, près de Honrubia, dans la province de Ségovie, le gneiss en couches horizontales, de même que le schiste micacé à Puertomarin, en Galice, où il forme une plaine assez grande, traversée par le Miño, tandis que dans les terrains siluriens, je n'ai pas pu observer encore la même disposition d'une manière tant soit peu continue. Un autre fait m'a frappé aussi, c'est que le terrain gneis-

sique contient autant de calcaire au moins, dans les provinces de Madrid, Tolède et Avila, que les terrains silurien et dévonien du centre de la Péninsule.

Comme on devait s'y attendre, le redressement des terrains qui nous occupent a été accompagné d'accidents divers. Ici on voit que les couches ont été comprimées latéralement dans le sens de la direction, ce qui a produit des plissements singuliers; là, ce sont des bandes interrompues, comme si elles eussent été étirées fortement, et en même temps rejetées quelquefois en avant ou en arrière. Souvent on trouve dans la *pedra fraileasca* des fragments de schiste très minces et non roulés d'un ou deux pieds de longueur; et il est assez difficile d'expliquer de quelle manière la roche primitive a été réduite en pièces pour former une autre roche sur place. Au milieu des quartzites, j'ai vu des tronçons de schiste, et au milieu de cette dernière roche, on observe aussi quelquefois de grands blocs irréguliers de calcaire ou de quartzite. Les feuilles du schiste enveloppent ces blocs, de même que les rognons de pyrite dont j'ai précédemment parlé; ce qui indique que la roche n'a pris la structure qui la caractérise que postérieurement à la production de tous ces accidents. Je ne dois pas omettre non plus que j'ai vu aussi des tronçons de quartzite en travers des feuilletés du schiste.

Le temps n'est pas venu de pouvoir traiter des soulèvements qui ont successivement ridé la surface de l'Espagne. Avant tout, il faudrait pour cela avoir une bonne carte géographique, laquelle, on peut le dire, est encore à faire. Dans une région qui a subi tant de mouvements, et où les directions primitives ont dû être modifiées si profondément, il arrive souvent que l'on ne sait que résoudre sous ce rapport; et si deux géologues, sans être préoccupés d'avance par des idées systématiques, se mettaient à parcourir chacun de leur côté la Sierra-Morena et les montagnes de Tolède la boussole à la main, suivant des lignes différentes, et qu'ensuite ils vinssent à se réunir pour comparer leurs observations, je suis presque sûr que les directions moyennes de l'un différeraient assez de celles de l'autre. Du cap de San-Vicente à la ville d'Alcaraz, et du Guadalquivir jusqu'au Tage, il y a un vaste ensemble de chaînons et de chaînes, composé de terrains anciens presque exclusivement, les unes plus étendues que les autres, qui se dirigent vers tous les points de l'horizon et qui ont des noms différents, qu'il serait assez difficile de retenir dans la mémoire, tant elles sont en grand nombre. Quelquefois ce ne sont que des bandes saillantes qui souvent font des arcs et des angles. La direction de la ligne tirée du cap de San-Vicente à Alcaraz va à peu près de l'E. 16° N. à l'O. 16° S.; mais j'ai trouvé dans les chaînes partielles des

directions différentes qui oscillaient entre le nord et l'ouest plutôt qu'entre le nord et l'est, surtout dans les montagnes de Tolède. Le Guadiana traverse tout le territoire dont je viens de parler avant d'entrer en Portugal, et sépare ces dernières montagnes de la Sierra-Morena. Malgré les grands détours qu'il fait, en coupant souvent à pic le terrain dans une grande hauteur, on peut dire qu'il présente trois directions générales, qui, peut-être, correspondent à autant de soulèvements, seulement dans la Sierra-Morena. Un temps viendra où la géologie de l'Europe sera presque complètement connue, alors qu'il y aura encore dans les terrains de l'Espagne beaucoup de faits à éclaircir, beaucoup d'énigmes à déchiffrer.

Roches plutoniques.

Il y a plusieurs sortes de roches de cette espèce dans le territoire d'Almaden, et leur apparition s'est effectuée dans des époques différentes; car on ne peut pas dire que les granites, les mélaphyres et les porphyres trachytiques aient le même âge. Dans la grande étendue qu'embrasse la Sierra-Morena, le granite se voit en beaucoup de lieux. Quelquefois il occupe de grands espaces, comme à Linares à l'ouest de Bailen, près de Guadalcanal dans la province de Séville, à los Pedroches dans celle de Cordoue et surtout dans l'Estramadure. D'autres fois, il se trouve en petits îlots, comme entre Garlitos et Chillon, entre Cabeza del Buey et Peñalsordo, entre Fontanosas et Almodovar del Campo, un peu à l'est de Valdepeñas, à Arroba, à Anchuras et à Villar de Sobrepeña, village qui se trouve entre le Tage et la Sierra de Guadalupe. M. Le Play a colorié, dans sa petite carte géologique, la sierra de Guadalupe, comme étant formée de granite, parce qu'on le lui avait dit; mais je n'ai vu là que le terrain silurien avec des *Bilobites*, des *Calymenes*, des *Illænus*, etc. Quelquefois le granite se trouve aussi en filons, comme au centre de la Serena, grande plaine formée de schistes siluriens, très renommée par ses pâturages, et à Castuera, où ces filons ont été observés par M. le général Francisco de Lujan, et où ils présentent la même direction que la roche encaissante, qui est composée de schiste silurien; enfin on en connaît aussi à Villar, à deux lieues de Puente de Arzobispo.

Dans toute la Sierra-Morena, on ne voit pas que le terrain gneissique accompagne le granite, comme dans la chaîne de Madrid et dans quelques points des montagnes de Tolède, et, d'un autre côté, il n'a pas produit d'altération dans les roches encaissantes, ou du moins, si l'on en voit, elle est très faible. Sa composition est presque toujours très uniforme. Quelquefois il prend la structure porphyrique,

comme à los Pedroches; d'autres fois, il est accompagné d'un porphyre euritique à fond presque noir, comme celui de la chaîne de Madrid, où il est très abondant, ou d'un porphyre avec feldspath, comme au moulin de la Vibora, près de Garlitos. C'est seulement à Fontanosas et à la Ballestera que l'on voit plusieurs îlots très petits, d'un granite particulier, que je n'ai jamais rencontré, ni dans la Sierra-Morena, ni dans aucun autre lieu de l'Espagne. Sa couleur est grisâtre; il est porphyrique, à petits cristaux blancs que je crois d'oligoclase, et il contient aussi de la pyrite en prismes hexagonaux extrêmement petits. Il n'a presque pas de quartz, et le mica s'y présente en lames de couleur rouge. Souvent les cristaux d'oligoclase, assez blancs, sont à l'état de kaolin. Il contient aussi quelques parties minimales de grenat, quoique rarement. Je n'ai jamais vu de granite doué d'une si grande ténacité, et c'est pour cela que je crois que l'oligoclase, qui est assez difficile à casser, entre dans la composition, non-seulement des cristaux isolés, mais aussi de la masse même, de manière qu'il est très difficile d'en séparer, avec le marteau, des fragments d'un format régulier. Il me semble que cette roche est assez moderne, et peut être du même âge que les porphyres trachytiques de la contrée, dont je parlerai bientôt, proposition qui paraîtra hasardée à quelques géologues, mais qui sera peut-être écoutée plus favorablement par ceux qui ont étudié les trachytes de l'Amérique du sud.

Une roche qui forme beaucoup d'îlots dans le territoire d'Almaden, c'est une hypérite granitoïde, où l'albite se présente assez souvent en longs cristaux de couleur blanche ou blanc verdâtre. Près du Puerto del Ciervo, elle se trouve en grandes masses décomposées d'une couleur ocreuse, avec beaucoup de blocs arrondis de la même roche, qui ont échappé à la décomposition, accident que l'on voit plus souvent dans le granite; mais cette décomposition ne s'est pas communiquée à l'épidote qui remplit en quelques points les fissures de la roche.

Le mélaphyre, avec des caractères très variés, se voit très fréquemment dans les environs d'Almaden, surtout du côté de Chillon et du Puerto del Ciervo, à Almadenejos, à Guadalperal, à la Ballestera, à Herrera del Duque, à Cabeza del Buey, etc. Assez souvent, il contient de petites amandes de quartz, quelquefois entourées d'un enduit ou d'une petite zone verte, qui est de la chlorite ferrugineuse, selon M. Delesse, à qui on doit tant d'intéressants travaux sur les roches, et qui a bien voulu m'éclairer sur quelques échantillons de cette localité. Il y a encore d'autres variétés de mélaphyre, où la chlorite forme elle-même des noyaux. D'autres fois, ces noyaux sont de calcaire

blanc ou blanc verdâtre. Ils sont souvent aussi petits que du plomb de chasse, et alors ils sont parfaitement sphériques. Il y en a aussi qui sont de fer carbonaté, spathique ou terreux. Quelquefois le quartz forme des veines entrelacées de même que le calcaire, et celui-ci vient souvent remplir les fissures de la roche. Dans quelques lieux, elle laisse voir le labrador en parties bien distinctes. Le porphyre *verde antico*, qui, pour quelques auteurs, est un ophite, n'est, pour M. Delesse, qu'un mélaphyre, et se trouve à Chillon avec d'autres différentes variétés de la même roche. Il est très beau et susceptible de poli. Quelques variétés contiennent aussi de la serpentine et plus souvent de l'épidote. On trouve encore à Chillon un mélaphyre presque noir, à pâte homogène, qui fait effervescence avec les acides, et qu'à son aspect on pourrait prendre pour un basalte. Cette dernière roche est très abondante dans la Sierra-Morena, à l'est, à l'ouest et au nord d'Almaden ; elle est presque toujours celluleuse et contient beaucoup de péridot, ce qui n'a pas lieu à Chillon. Pour bien étudier les roches, il faut le faire sur place : c'est alors que s'éclaircissent souvent les doutes et les incertitudes que l'on a dans le cabinet. Voilà pourquoi je réunis dans la carte géologique, avec une même couleur ou un même signe, les roches à hyperstène, celles à épidote et les mélaphyres qui offrent des passages les unes aux autres, et qui sont du même âge. Près de Chillon, j'ai trouvé aussi du spilite.

La leucostite, qu'on appelle dans le pays *piedra de Montejicar*, du nom du lieu où elle se trouve le plus abondamment, au sud de Gargantiel, et qui se présente aussi à las Casas del Castillo, non loin d'Almadenejos, forme quelquefois des colonnes à quatre, cinq ou six pans, ou verticales, ou à peu près horizontales, au milieu de la roche massive, qui, le plus souvent, montre la structure en grand du granite. C'est une roche porphyrique, de couleur gris rougeâtre, qu'on emploie dans la construction, et où je n'ai jamais vu de cellules. Elle contient assez de mica bronzé et de petits cristaux de feldspath rouge, isolés au milieu de la masse, qui est aussi feldspathique. On y voit des grenats très clair-semés, et quelques petits rognons d'hyalite extrêmement rares, minéral assez abondant dans une *caldera* qui se trouve au milieu des trachytes de Nijar, près de la sierra de Gata, dans la province d'Almeria. C'est un véritable porphyre trachytique, de même qu'un autre qui se trouve plus fréquemment dans ce territoire, et dont la couleur est blanc grisâtre, quelquefois un peu verdâtre, avec des cristaux de feldspath blanc parsemés dans la masse. On emploie aussi cette roche dans la construction ; mais les cristaux de feldspath se décomposent facilement, et la surface est criblée de

petits trous. Ce porphyre contient aussi des cristaux de quartz, et il n'est pas celluleux. Ce qui est assez remarquable, c'est qu'il est métallifère comme à Garlitos, où il contient quelques filons de galène argentifère. Le même fait s'observe aussi dans les trachytes d'Almazarron et de la Sierra de Gata, où, depuis le temps des Romains, on a exploité et l'on exploite encore des filons de galène. J'en ai observé, à la sierra de Gata, de 6 mètres de puissance, et dont la masse est presque toute composée de quartz compacte. A Garlitos, on trouve souvent des fragments de schiste noir silurien très bien conservés au milieu du porphyre. On peut dire que dans la Sierra-Morena, les différentes roches plutoniques n'ont presque pas produit d'altération dans les roches stratifiées qu'elles ont traversées. Je dois aussi faire remarquer que le basalte n'accompagne pas ces porphyres trachytiques, et que, là où il se trouve dans la Sierra-Morena, il est toujours seul. Ce sont des roches qui s'excluent les unes les autres dans toute l'Espagne. Pour ce qui regarde son âge près de Ciudad-Real, on voit que le basalte est de l'époque miocène, s'il n'est plus moderne. Les porphyres trachytiques d'Almaden sont probablement plus anciens.

Gîtes de mercure.

Ce n'est que dans l'espace compris entre Almaden, Chillon, Gargantiel et Valdezogues que l'on rencontre des minerais de mercure. Il y en a peut-être dans cinquante points différents ; mais les gîtes de quelque importance sont en petit nombre. Ils se trouvent presque toujours dans les roches sédimentaires ; et, après de longues recherches, j'ai pu m'assurer, non-seulement par les caractères des roches, mais par ceux des fossiles, qu'il y en avait et dans le terrain dévonien et dans le terrain silurien. Il est vrai que je n'ai pas vu un seul fossile dans la masse même du minerai, comme on en voit à Idria. Toutefois, dans quelques points, je les ai ramassés dans les couches mêmes qui contiennent du cinabre, comme à Guadalperal, dans le cerro del Hinojo, où le mercure se trouve dans un grès abondant en fossiles dévoniens, et à Valdezogues, où il est dans une couche calcaire avec des fossiles également dévoniens. Ce n'est que dernièrement que je suis venu à bout de trouver des fossiles dans la mine même d'Almaden, et ce sont seulement un Bilobite dans la *pedra frailesca*, et des Graptolites dans le schiste noir, comme je l'ai déjà dit. En dehors, mais tout près de la mine, j'ai été plus heureux. Dans la direction même du gîte, du côté de l'ouest, il y a des carrières de quartzite et de grès aux portes du bourg, où j'ai vu une grande quantité de Bilobites. Dans les grès et les schistes du côté du

sud, les Trilobites de l'époque silurienne abondent. Il y a à Almadenejos des gîtes de mercure dans des roches en tout identiques avec celles d'Almaden. Il y en a deux autres à Valdeazogues, et un autre à las Cuevas, près de Gargantiel. Je n'ai pas vu de fossiles dans les mines mêmes ; mais il y en a beaucoup tout près d'elles et dans les mêmes roches. Le gîte de Guadalperal se trouve dans une *piedra frailesca* qui n'a pas de fossiles et qui a été un peu altérée par le métamorphisme ; mais tout autour il n'y a que des roches dévoniennes très fossilifères. Toutefois il faut reconnaître que c'est dans le terrain silurien seulement que le mercure se trouve assez abondamment et en gîtes exploitables.

Maintenant voyons si l'on peut savoir à quelle époque a eu lieu l'apparition des minerais de mercure dans cette contrée. Incontestablement ils ne sont pas contemporains du dépôt des couches siluriennes et dévoniennes. Tout ce que l'on sait s'y oppose. Et d'un autre côté, ne serait-il pas assez extraordinaire qu'il y eût du mercure silurien et du mercure dévonien seulement dans un petit territoire et presque en contact, comme à Valdeazogues ? Pour tous les géologues, le mercure, de même que les autres métaux, est une matière qui provient de l'intérieur de la terre. Dans le territoire d'Almaden on trouve beaucoup de roches qui ont cette même origine, comme nous l'avons vu. Ces roches ont apparu à la surface à des époques diverses ; car on ne peut pas dire, je crois, que les granites de los Pedroches, de Garlitos et de la Muela de Quejigares, soient du même âge que les porphyres trachytiques de Gargantiel, del Peralejo, ou les mélaphyres de Chillon et de la Ballestera. L'apparition de quelqu'une de ces roches est-elle concomitante avec celle du mercure ? On peut le croire, mais j'ai cherché en vain pendant longtemps des faits à l'appui de cette opinion dans les gîtes exploités. Jamais je n'y ai vu de roches plutoniques en rapport avec les minerais. Toutefois, dans ces dernières années, on a trouvé du mercure à l'état métallique au contact du mélaphyre de Chillon avec le grès, et l'on y a même ouvert un puits de 12 ou 13 mètres de profondeur, que l'on a abandonné ensuite, il est vrai, après avoir ramassé quelques kilogrammes de métal. Mais ce puits se trouvant dans la basse-cour d'une maison et n'y ayant pas vu de cinabre, j'ai quelque soupçon, par ce que j'ai observé dans d'autres points, que le mercure à l'état métallique peut être du mercure volé, caché sous terre il y a longtemps, et infiltré dans les fissures du terrain. Cette question reste donc encore à décider.

Ce n'est pas en filons que se trouvent les minerais de mercure, mais ils pénètrent d'une manière spéciale, comme matière secondaire

et d'origine postérieure, les couches du terrain et presque exclusivement le quartzite. Il est assez remarquable que, lorsqu'ils se trouvent en filons, c'est seulement comme subordonnés à d'autres métaux et en petite quantité. Les gîtes les plus connus et les plus importants sont en couches, comme à Almaden, à Idria, à Guancavelica, au duché de Deux-Ponts, dans le Palatinat, en Hongrie, en Toscane et en Asturies. Dans le territoire d'Almaden, je ne connais qu'un point situé à une lieue au nord du bourg où le cinabre existe en filons, mais il y est en parties minimales et seulement à la surface. Ce filon, au reste, est de galène et assez pauvre.

Il fut un temps où l'on croyait que tous les métaux se trouvaient seulement en filons; mais à présent on a d'autres idées. En ne parlant que du fer, plus abondant dans la nature que tous les autres métaux ensemble, ses minerais, du moins les plus abondants, les plus purs et les plus recherchés, se trouvent en couches, sinon en amas d'origine plutonique. Ce n'est pas à dire qu'il n'y ait aussi des filons de fer; au contraire, il y en a beaucoup, mais le fer alors y est presque toujours combiné avec d'autres substances.

On ne sait comment expliquer cette particularité du mercure, de ne se présenter guère que dans des couches stratifiées, où il s'est infiltré de bas en haut. Je dois dire que cette infiltration a été accompagnée d'autres phénomènes. Elle s'est effectuée toujours le long des couches et jamais en travers. En même temps elle a été compliquée par des effets de substitution, comme on peut le voir, si l'on soumet au feu des fragments de quartzite cinabrifère. Lorsque le mercure et le soufre ont été expulsés, la roche s'offre à la vue comme une scorie ou une masse cariée, qui souvent ne peut se soutenir et se réduit en sable en tout ou en partie. D'autres fois il ne reste rien, ce qui se voit quand le cinabre est complètement pur, comme cela arrive souvent. Qu'est devenue la matière du quartzite qui manque aujourd'hui et qui assurément ne manquait, ni à l'époque du dépôt primitif des couches, ni après les fortes pressions qu'elles durent subir dans leur redressement? Je crois qu'on ne peut expliquer ce fait qu'en admettant qu'il y a eu ici des forces électro-magnétiques en action, phénomène qui a été très fréquent dans tous les âges géologiques, et qui peut encore se continuer de nos jours.

Cette substitution a eu lieu, non-seulement dans le quartzite, mais quelquefois aussi dans le schiste, surtout aux mines d'Almadenjos. Et il faut remarquer qu'il y a eu ici une sorte d'assimilation minérale; car dans le schiste noir le cinabre est aussi un peu schisteux et de couleur rouge sombre, tandis que dans le quartzite il est rouge écarlate et grenu ou lamellaire. Si, dans le siècle dernier,

quelqu'un se fût avisé de dire que le cinabre, dans ces cas, n'avait pas été formé par voie de sédiment et en même temps que les roches où il se trouve, personne ne l'aurait cru, ce qui ne doit point nous surprendre.

Dans les mines profondes, comme celles d'Almaden et d'Almadenejos, on a observé que la loi qui préside à la richesse des couches n'était pas la même. A Almaden le minerai a toujours augmenté au fur et à mesure qu'on approfondissait les travaux. Dans les deux mines d'Almadenejos, c'est à la partie supérieure qu'on a trouvé la plus grande richesse ; en bas il y a très peu de minerai ; toutefois celui-ci n'a pas disparu complètement, et l'on peut avoir quelque espérance de le retrouver encore.

Avec le mercure, on ne voit pas dans ces gîtes d'autres métaux ; et même le fer, si ce n'est à l'état de pyrite, manque presque complètement. C'est un fait qui avait été observé il y a déjà un siècle et demi par A. de Jussieu, lors de son voyage en Espagne. Werner et M. A. Burat ont appelé aussi l'attention des géologues sur l'isolement de ce métal. En général, les minéraux métalliques en couches se trouvent toujours isolés, et c'est dans les filons qu'on les voit le plus souvent mêlés les uns avec les autres. Pour ce qui regarde le mercure, cet isolement est plus prononcé ; et si dans les laboratoires on le voit se combiner facilement avec la plupart des autres métaux, quelquefois même à froid, dans la nature cette affinité se convertit, je ne dirai pas en répulsion, mais du moins en indifférence. Si quelquefois, même dans de véritables filons, les minerais de mercure se trouvent avec d'autres métaux, on peut dire que ce n'est qu'accidentellement et en petite quantité. Ce n'est pas de cette manière que se comportent, l'un avec l'autre, l'or et l'argent, l'argent et le plomb, l'étain et le tungstène, le nickel et l'arsenic, etc.

Si le mercure, dans ses gîtes, laisse apercevoir quelque affinité, ou, si l'on veut, quelque propension pour une autre substance, c'est vers les matières charbonneuses ou bitumineuses. A Almaden, à Almadenejos, à Valdeazogues et à las Cuevas, près Gargantiel, c'est-à-dire dans les mines les plus riches, le schiste noir, quelquefois tachant les doigts, lui est associé.

Je pense même que c'est à l'absence de ces roches dans le terrain dévonien d'Almaden, et à leur présence dans le terrain silurien, qu'il faut attribuer la plus grande richesse de celui-ci en mercure. La même affinité s'observe aussi à Idria, à el Durazno (Mexique), où l'on voit des fragments de houille au milieu du gîte, selon Bustamente, et aux Asturies, où moi-même j'ai ramassé des échantillons avec du cinabre et de la houille ensemble, sans que celle-ci se trouve

aucunement altérée, ce qui semble indiquer que l'introduction du cinabre s'est faite sans une forte température.

La figure 2 de la planche VI représente la disposition du minerai et des différentes roches dans la mine d'Almaden, qui est la principale de toutes. La figure 1^{re} est une petite carte géologique du pays environnant (1).

M. Rozet fait la communication suivante :

Mémoire géologique sur les Alpes françaises.

Le grand massif couvert de neiges et de glaces éternelles dont le mont Pelvoux, élevé de 4,100 mètres au-dessus du niveau de la mer, forme le centre, compris entre les parties supérieures des vallées de la Romanche, du Drac et de la Val-Louise, est constitué par un ensemble de roches granitiques et granitoïdes sur lesquelles s'appuie une écorce fracturée de gneiss talqueux passant souvent au talcschiste et au micaschiste. N'ayant point exécuté de travaux géodésiques sur les sommets de ce massif, je n'ai pu consacrer que peu de temps à son étude ; c'est pourquoi je demande à M. Elie de Beaumont la permission de le faire connaître par des extraits des remarquables mémoires qu'il a publiés sur cette curieuse contrée depuis l'année 1828 (2).

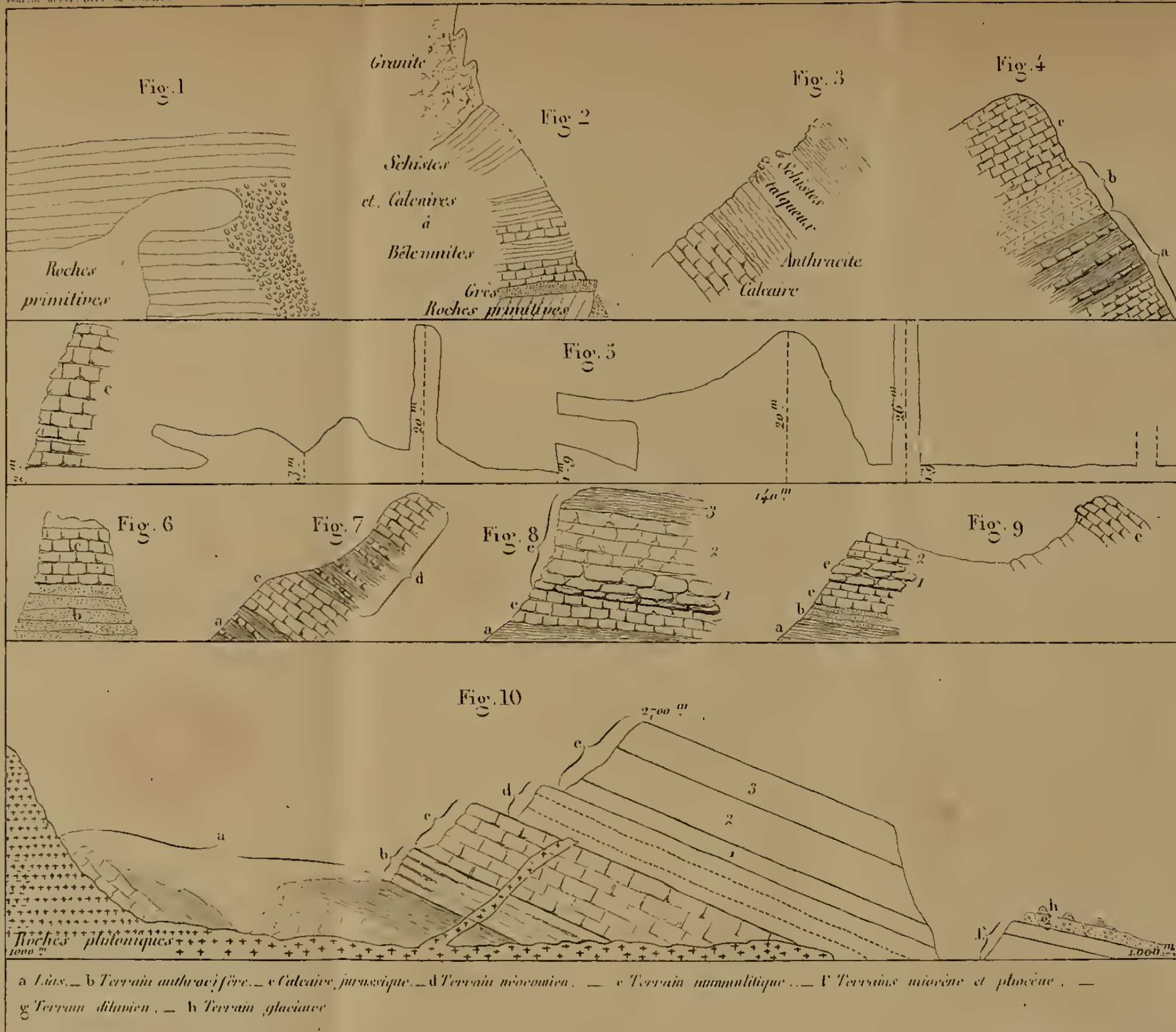
Suivant ce célèbre géologue (3) : « Les masses granitiques et gneissiques sont rangées, dans le massif, suivant une portion de cercle, et, se touchant par leur base, présentent un ensemble d'une certaine régularité. La roche dominante est un granite talqueux, ou protogine, riche en quartz, et offrant deux espèces de feldspath, l'une d'un blanc verdâtre, presque compacte, l'autre d'un blanc rose, ou d'un rouge violacé et toujours assez bien cristallisée.

» Dans ces montagnes, le granite ne présente pas de stratification, mais une sorte de clivage suivant des surfaces courbes parallèles aux surfaces extérieures des masses, en même temps

(1) M. de Verneuil étant sur le point de partir pour l'Espagne, la suite du Mémoire ne paraîtra qu'au mois de juillet prochain.

(2) *Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite* (*Annales des sciences naturelles*, décembre 1828).

(3) *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, t. V. Paris, 1834, chez Roret).



20

au
ci

d
d
e

l
l



qu'une division prismatique produite par des fentes sensiblement verticales.

» Dans toute cette contrée, le gneiss est beaucoup moins abondant que le granite ; sur quelques points, on remarque une liaison intime et des passages insensibles entre le granite et le gneiss ; les couches de cette roche paraissent partout en appui sur des masses granitiques. Près de Chaufrant, le gneiss devient presque compacte, et passe ainsi à une sorte de schiste argileux vert. Cette roche, qui paraît être moins abondante que la protogine dans l'intérieur du massif, domine, au contraire, sur le pourtour extérieur. Elle prend quelquefois une texture granitoïde, sans perdre entièrement sa disposition schisteuse, et se trouve souvent coupée par des filons d'une protogine à petits grains, empâtant des fragments anguleux du gneiss. Celui-ci contient souvent des couches d'une roche amphibolique schisteuse, traversée par de petits filons feldspathiques qui s'entrecroisent de manière à donner à la roche l'aspect d'une brèche. Le même gneiss, présentant les mêmes passages, constitue les pointes extérieures des montagnes primitives du Lauzet, du Monestier et de la Val-Louise. Le fond du vallon de Beauvoisin, qui conduit d'Entraigues et de la Val-Louise au col du Haut-Martin et à Champoléon, est creusé dans un gneiss dont l'élément foliacé est vert, et paraît devoir être rapporté au talc plutôt qu'au mica. Ce gneiss passe au schiste feldspathique vert presque compacte ; il a de grands rapports avec le gneiss qui constitue le petit groupe primitif du mont Viso.

» Le grand Pelvoux paraît formé par une grande écaille de gneiss qui sort de dessous les couches à Nummulites. La montagne des Agniaux, formée de gneiss, présente une sorte de clivage ou une disposition stratiforme si prononcée, qu'en la voyant de profil des environs des Vigneaux, on la croirait calcaire. Du côté du Monestier de Briançon, les escarpements de cette même montagne, bien que formés de gneiss, offrent des indices de stratification aussi marqués que s'ils étaient calcaires.

» Il est remarquable que depuis le vallon de Beauvoisin, qui conduit de la Val-Louise et d'Entraigues au col de Haut-Martin et à Champoléon, jusqu'au Casset, le gneiss sorte immédiatement de dessous le système à Nummulites, ce qui suppose que dans la profondeur les couches primitives coupent celles du terrain jurassique, sur lequel le groupe à Nummulites repose dans toute la contrée, présentant ainsi, par rapport à elles, sur une très grande longueur, la même disposition que la masse d'un filon par rapport aux roches dans lesquelles il est encaissé. Sur le flanc sud du

vallon de Beauvoisin, le gneiss, qui ne s'élève qu'à une centaine de mètres au-dessus des eaux du Torrent, est immédiatement recouvert par un système très épais de couches secondaires, qui, par la constance de leur faible épaisseur, par leur régularité et par la manière uniforme dont, sur une très grande hauteur, elles se présentent dans les escarpements, rappellent complètement celles des cimes qui dominent Barcelonnette et Embrun, celles des montagnes du Dévoluy, au nord de Gap, et celles du mont Pilat, en Suisse. Ce système de couches présente ici une très grande puissance, et porte des glaciers sur sa pente N.-O., qui descend dans le vallon de Beauvoisin.

» Au-dessus de la pointe de Clouzis, il existe une sorte d'enchevêtrement des roches primitives et des couches secondaires. A gauche de ce point, les roches primitives présentent un Z (pl. VII, fig. 1), une espèce de dent qui s'avance horizontalement entre des couches secondaires qui les recouvrent et des couches secondaires qui s'insèrent dessous. Ces dernières se prolongent indéfiniment vers la droite, mais elles se terminent vers la gauche, suivant une ligne verticale au delà de laquelle on ne voit à la même hauteur que des masses primitives (gneiss?).

» Près de la Grave et de Champoléon, en deux points éloignés l'un de l'autre de 3 myriamètres et demi, le contact des roches primitives et des couches jurassiques s'effectue avec des circonstances encore plus remarquables que celles que je viens d'indiquer (fig. 2).

» Un peu au nord du hameau des Freaux, près la Grave, au-dessus d'un coteau cultivé qui borde la vallée de la Romanche, s'élèvent des escarpements dont la partie inférieure est formée de gneiss, de granite à petits grains et de roches amphiboliques schisteuses. Sur leur surface repose un grès très dur, à peine stratifié, dont les éléments sont réunis par un ciment de spath calcaire. Immédiatement au-dessus de cette roche arénacée se trouve un calcaire gris subsaccharoïde, d'un grain très serré, qui se fond avec le grès au point de contact avec lui, et qui ne présente qu'une faible épaisseur; il est bientôt remplacé lui-même par un calcaire saccharoïde d'un grain plus lâche, qui forme un banc puissant. Ce dernier est recouvert par une assise d'un schiste noir très fissile, sur lequel repose un calcaire compacte gris, schistoïde, dont les strates sont couverts d'un enduit micacé ou talqueux, d'un gris argenté, soyeux à la vue et au toucher. Ce calcaire contient un grand nombre de Bélemnites et d'Encrines, dont les espèces, difficiles à déterminer rigoureusement, sont évidemment les mêmes

que celles que j'ai indiquées ailleurs à Roselen, pied S.-O. du groupe du Mont-Blanc, à Petit-Cœur, en Tarentaise, à la Frey, département de l'Isère, etc. Cet ensemble de couches fait partie du système secondaire de ces contrées, que j'ai cru devoir rapporter au calcaire à Gryphées arquées (*blue lias* des Anglais).

» La partie inférieure des roches qui bordent la vallée de la Romanche, au midi de la Grave et du Villard d'Areine, est aussi formée par des couches de ce grand système ; le talus qu'elles constituent s'étend jusqu'au pied des masses escarpées de roches primitives qui s'élèvent jusqu'à la hauteur des neiges perpétuelles et qui, couronnées de glaciers, forment les avant-corps du massif de l'aiguille de la Grave, qui atteint une hauteur d'environ 4,000 mètres au-dessus de la mer. Ce massif est principalement formé de gneiss, du moins du côté qui regarde la Grave et le Villard d'Areine. Mais cette roche passe quelquefois au granite à petits grains ; c'est ce qui a lieu particulièrement dans une crête primitive qui s'avance au midi du Villard d'Areine, et jusqu'à laquelle je suis monté, afin d'examiner son contact avec ces couches de schiste argilo-calcaire de calcaire compacte noir, qui forment le talus au-dessous du point où les roches primitives cessent d'être visibles.

» J'ai trouvé là précisément le contraire de ce que j'avais trouvé dans le point décrit plus haut : au nord des Freaux, j'avais rencontré le lias recouvrant le granite ; au sud-ouest du Villard d'Areine, j'ai vu le granite s'appuyer sur les roches, assez élevées, du système jurassique. La partie inférieure des rochers composés de roches primitives qui, comme je l'ai déjà dit, font corps avec tout le massif de l'aiguille du midi de la Grave, est formée d'un granite ou protogine composé de feldspath verdâtre presque compacte, de feldspath blanc cristallisé, de quelques grains de quartz, et de mica ou talc vert. Ce granite n'est pas généralement en décomposition ; mais, à la base même des rochers, le grain de la roche devient beaucoup moins distinct ; il semble, en quelques points, prendre la structure d'une brèche ; en même temps, le feldspath et le mica sont décolorés, et la masse entière est en décomposition évidente. C'est sous ces parties que l'on voit s'enfoncer les couches secondaires, dont on peut suivre et observer de près le contact avec le granite sur une grande longueur, plus de 1,000 mètres. Le plan de contact, à peu près parallèle à la stratification des couches secondaires, plonge de 60 à 70 degrés vers l'E.-S.-E. ; la couche secondaire, immédiatement contiguë au granite, est un calcaire gris saccharoïde, avec petits filons spa-

thiques ; mais, à mesure que l'on s'éloigne du contact, le grain du calcaire devient plus fin, et, à très peu de mètres du point de jonction, on rencontre déjà un calcaire compacte noir qui contient des Bélemnites. Celui-ci repose sur un schiste argilo-calcaire noir, qui renferme les mêmes fossiles. Cette dernière roche constitue tout le talus qui descend jusqu'à la Romanche, et y présente des Bélemnites dans plusieurs de ses couches ; sa stratification devient de moins en moins inclinée, à mesure que l'on s'éloigne du granite.

» Près de Champoléon, vallée du Drac, un peu au midi du groupe primitif qui s'élève autour de la Bérarde, on voit de même le granite à petits grains supporter en quelques points, et recouvrir en d'autres, les couches du système jurassique.

» Sur la rive droite du Drac, à peu près à égale distance de deux hameaux appelés les Beaumes et les Gondins, le sol est formé par un granite à petits grains, à mica noir et feldspath blanc ou rougeâtre. Ce granite est évidemment en place, et tout annonce qu'en descendant du point en question vers le Drac, suivant la ligne la plus courte, on marcherait toujours sur cette roche, dans laquelle paraît être creusée la vallée des Beaumes, et qui semble former aussi les noyaux et les sommets des montagnes les plus considérables des environs.

» Un peu au-dessus du même point, se trouvent de petits escarpements formés de roches stratifiées, superposées au granite dont je viens de parler. Le granite s'élève par-derrière à peu de distance comme un mur vertical ; il coupe la prolongation de tout le système de roches stratifiées, et s'étend sans interruption jusqu'au sommet de la montagne, abrupte et déchiquetée, nommée Puy-de-Peorais.

» J'ai aussi cherché à voir le contact du granite et des couches secondaires sur le penchant rapide que présente cette montagne du côté du midi, le long du vallon qui descend de la montagne de Touron, et ici, dans tous les points où j'ai pu voir le contact, c'était le granite qui s'appuyait sur les couches secondaires.

» Au haut d'une arête située entre deux couloirs qui aboutissent l'un et l'autre dans le ruisseau de Touron, au-dessus du hameau des Frémonts, on voit, de la manière la plus claire, le granite recouvrir le schiste argilo-calcaire noir fissile, dont toute la partie inférieure de cette assise est formée et dans lequel sont creusés les deux couloirs. »

« Une des circonstances les plus frappantes que présente le contact » du granite à mica noir et feldspath rose, qui constitue les hautes » montagnes des environs de Champoléon, avec les diverses parties

» du système jurassique, c'est que, quelle que soit l'inclinaison de la
» surface de contact, si la roche secondaire est solide, cette roche
» et le granite sont devenus métallifères près du contact, et ren-
» ferment, en nids et en filons, de la galène, de la blende, des
» pyrites de fer et de cuivre, de la baryte sulfatée, de la chaux car-
» bonatée ferro-magnétifère, etc., et qu'en même temps les roches
» secondaires sont plus cristallines et plus dures près de la surface
» de contact qu'en tout autre point, tandis que le contraire a lieu
» pour le granite. Ayant observé ces circonstances en deux points
» différents et dans lesquels même les autres circonstances du
» gisement sont d'ailleurs diamétralement opposées, je regarde
» comme très probable que la présence des substances métalliques
» et de la baryte sulfatée, dans les points susmentionnés, n'est pas
» accidentelle, mais qu'elle est au contraire une conséquence de
» la réunion des roches que ces points présentent. La présence de
» ces substances, dans l'un des cas où j'ai vu le granite s'appuyer
» sur les couches jurassiques, montre que cette superposition n'est
» pas un simple accident dû à des circonstances extérieures et
» purement mécaniques, telles que le renversement d'une mon-
» tagne, mais qu'elle résulte d'une cause intérieure, liée aux phéno-
» mènes souterrains qui ont causé le remplissage des filons métal-
» liques.

» La manière dont les roches primitives, dans plusieurs des
» exemples que je viens de citer, s'appuient sur les couches peu
» altérées des terrains jurassiques et crayeux, la variation que
» présente leur grain près du contact, et la forme hardie et
» abrupte des sommités qu'elles constituent, se réunissent pour
» donner la preuve et la limite de l'état de mollesse dans lequel
» elles se trouvaient encore, jusqu'à un certain point, lorsqu'elles
» sont venues occuper la place dans laquelle nous les voyons.

» Les faits que je viens d'indiquer seront faciles à vérifier, et
» peut-être à multiplier. Quelle que soit au reste la valeur qui
» pourra leur être attribuée, je me féliciterai de les avoir publiées,
» si par là je détermine de plus habiles géologues à visiter un jour
» en détail la vallée de Champoléon, le vallon de Beauvoisin, les
» parties qui font face au Villard d'Areine, et à examiner, sur
» cette ligne de huit à neuf lieues de développement, comment
» s'opère le contact des couches secondaires et des roches dites
» primitives. »

Mes voyages dans les Alpes pour les opérations géodésiques de la
nouvelle Carte de France, pendant les années 1843, 1851, 1853 et
1854, m'ont permis de visiter une grande partie des points étudiés

par notre illustre confrère, il y a déjà vingt-huit ans, et c'est avec une vive satisfaction que j'ai reconnu la grande exactitude de ses belles observations. Je vais y joindre les miennes, pour planter quelques jalons de plus sur la nouvelle route qu'il a si habilement tracée, et qui conduira certainement les géologues à la connaissance complète de la constitution géologique de nos Alpes, beaucoup plus simple qu'on ne l'a cru jusqu'à présent, et qui est de nature à modifier considérablement les idées que l'on s'est faites sur les roches dites primitives et les places qu'on leur a assignées dans la série des terrains constituant la petite portion de l'écorce du globe accessible à mes observations.

Au mois de septembre 1843, j'eus l'avantage de visiter la partie supérieure de la belle vallée de la Romanche, avec M. Scipion Gras, qui l'avait déjà étudiée avec cette sagacité dont il a donné tant de preuves : cette vallée est creusée dans un assemblage de schistes talqueux et micacés passant çà et là à une roche gneissiforme, à des schistes argileux peu ou point altérés, le tout mélangé de couches de poudingues à fragments quartzeux, de grès analogues aux grès anthracifères, enfin de schistes euritiques toujours soudés aux autres roches. Cet assemblage est traversé dans tous les sens par des veines et des filons d'eurites compactes et granitoïdes, et par de nombreuses veines et filons de barytine avec quartz, qui renferment des minerais de plomb, d'argent et même d'or. Quelques-uns des filons de quartz passent du terrain schisteux dans les calcaires compactes avec Bélemnites qui le recouvrent sur plusieurs points. Cet ensemble de roches a certainement éprouvé de grandes dislocations : les strates, rarement réguliers, et dont l'inclinaison est toujours très forte, présentent les contournements les plus bizarres, et principalement sur les points où les roches euritiques sont abondantes. Le granite à petits grains se montre aussi en filons et en petites masses transversales dans les schistes talqueux, des deux côtés de la vallée de la Romanche, depuis Vizille jusqu'au Freney ; les crêtes du massif de Taillefer présentent plusieurs de ces filons.

Des couches et des amas d'anthracite, avec poudingues, grès et argiles, schistes phylladiformes remplis d'empreintes végétales des mêmes espèces que celles du terrain houiller, gisent dans le terrain schisteux et s'y montrent sur une longueur de plus de 10,000 mètres, participant à tous les contournements des roches encaissantes, et présentant un grand nombre d'étranglements et de renflements. Du sommet du Mont-de-Lans, l'anthracite descend dans le fond de la vallée de la Romanche, où elle est exploitée.

On la retrouve ensuite à découvert dans les escarpements nord de cette vallée, d'où elle s'étend jusqu'à la combe Gillarde, où les habitants ont percé un grand nombre de trous pour l'exploiter. Ici se présente un fait singulier, découvert par M. Gras : la couche d'anthracite repose directement et à stratification concordante (fig. 3) sur un calcaire jaunâtre, sublamellaire, notablement altéré, que M. Gras range dans le terrain jurassique, puis elle est recouverte par un talus cultivé, percé par de nombreuses pointes de schistes talqueux et micacés, allant aboutir à une masse de ces mêmes schistes, dont la stratification concorde parfaitement avec celle du calcaire inférieur au charbon.

Sur tous les points où se montrent les couches carbonifères, elles sont accompagnées d'empreintes végétales, reconnues par M. Ad. Brongniart, pour être de même espèce que celles du terrain houiller. Au-dessus de Freney, près de la route de Briançon, il existe, au milieu des schistes talqueux, une couche de grès avec argile schisteuse, sans anthracite, mais contenant les mêmes empreintes végétales. De pareilles couches, placées de la même manière, se montrent aussi sur plusieurs autres points de la contrée ; enfin des couches d'anthracite avec végétaux fossiles sont subordonnées aux roches talqueuses, micacées et gneissiformes de la montagne de Prémol, à l'est de Vizille.

En 1844, dans une note sur les Alpes Dauphinoises (*Bulletin*, 2^e série, t. I^{er}), je disais : « Cette grande formation schisteuse, si » développée sur les deux flancs de la vallée de la Romanche, » depuis Vizille jusqu'à la Grave, ne peut donc être plus ancienne » que l'époque carbonifère ; il peut se faire qu'elle soit même » beaucoup plus moderne. M. Gras, qui l'a étudiée dans toute » l'étendue des Alpes occidentales, la considère comme une partie » métamorphique du terrain à Bélemnites. Le fait de la combe » Gillarde, dans lequel plusieurs géologues verront un renverse- » ment, s'expliquerait alors tout naturellement. Mais il resterait » toujours cet autre fait, très embarrassant pour la paléontologie, » de la présence, dans le terrain jurassique, des espèces végétales » propres au terrain houiller. »

Suivant MM. Gras et Sismonda, tous les dépôts carbonifères de la vallée du Monestier, entre la Grave et Briançon, seraient intercalés dans les schistes et calcaires à Bélemnites. Tout le monde connaît le beau fait découvert par M. Élie de Beaumont à Petit-Cœur (1) : des schistes noirs, avec empreintes végétales de

(1) *Annales des sciences naturelles*, juin 1828.

l'époque houillère superposés à des schistes argilo-calcaires avec Bélemnites, dans le vallon de la Ponsonnière, et il cite également, superposés aux mêmes calcaires (1), un grand système de grès qui constitue le sol de ce vallon et qui s'élève jusqu'au sommet du col du Chardonnet et de quelques-unes des sommités voisines. Ce grès comprend diverses assises d'une argile schisteuse noire, qui se trouve accidentellement colorée en gris verdâtre et rouge lie de vin et passe lui-même à une roche de quartz, contenant des gites d'anhracite et de petits amas de graphite, avec empreintes de grandes tiges analogues aux tiges cannelées des fougères en arbre. En montant du Lauzet au col de la Ponsonnière, on voit plusieurs exploitations d'anhracite ouvertes sur le prolongement de ces couches.

Par-dessus ce système de grès avec argile schisteuse qui a pris un grand développement dans le vallon de la Ponsonnière, autour du col du Chardonnet et aux environs de Lauzet, se trouvent intercalés plusieurs bancs d'une roche feldspathique verdâtre, contenant des cristaux d'amphibole disséminés, des grains de pyrites, des grains de quartz cristallisés, et des fragments de grès qui s'y trouvent empâtés. Sur un de ces bancs repose une couche assez régulière d'une argile schisteuse noire, dans laquelle s'insèrent presque horizontalement des ramifications tuberculeuses de la même roche feldspathique, près desquelles on voit les surfaces de séparation, souvent contournées, de l'argile, se couvrir d'enduits plus ou moins épais de graphite. Sur un point, l'argile endurcie présente des empreintes végétales, en partie garnies d'anhracite, fait qui m'a paru, dit M. Elie de Beaumont, établir clairement la liaison qui existe entre ce combustible et le graphite. Dans les empreintes végétales, M. Ad. Brongniart a reconnu les *Calamites Suckowii* et *Cistii*, des Sigillaires indéterminables, mais dont une est très voisine de la *Sigillaria tessellata* de l'époque houillère. Toute la partie supérieure de l'escarpement est formée par un grès micacé passant à une roche de quartz dans laquelle on distingue encore la texture grenue et la disposition stratifiée, mais qui présente en même temps un grand nombre de fissures, dont les plus soutenues sont verticales, ce qui lui donne une disposition particulière à se diviser en prismes verticaux.

Les bancs feldspathiques intercalés dans les roches arénacées et quartzeuses me paraissent être de véritables filons. Cette masse de grès passant au quartz, qui constitue les escarpements voisins

(1) *Annales des sciences naturelles*, décembre 1828.

de la mine de graphite, se prolongent vers le sud jusqu'au delà du col du Chardonnet, où elle présente un grès schistoïde à grains de quartz et de feldspath avec noyaux de quartz. Aux environs du col du Chardonnet, on voit paraître, sous diverses formes, au milieu des couches disloquées du grès, des masses de roches feldspathiques verdâtres, analogues à celles citées plus haut.

« Du côté de l'est, les couches quartzeuses paraissent être très » inclinées à l'est et servir d'appui aux couches, presque verticales, » des schistes, vert et lie-de-vin, qui s'élèvent jusqu'à la cime de » la montagne appelée la Roche-Verte, au nord du lac des Miné- » raux. Tout cet ensemble de couches semble inférieur au calcaire » qui se montre plongeant à l'est au-dessous du col du Chardonnet, » en descendant vers Quételin, et qu'on voit ensuite s'élever à » l'est, avant le col de Saint-Christovoul. M. Gueymard, qui a » fait le trajet direct du Monestier à Neuvache, m'a assuré qu'on » voit dans l'intervalle ce calcaire reposer directement sur les » grès du col du Chardonnet. Je pense que les couches calcaires qui » forment ici le couronnement de tout le système sont le pro- » longement direct de celles qui, au N.-E. et au S.-E. de Guil- » listre, offrent à la fois les caractères minéralogiques et les fos- » siles du calcaire exploité à Grenoble, dans la carrière de la » Porte-de-France, calcaire que je regarde comme le prolonge- » ment direct des couches de la série oolithique qui constituent » les plus hautes cimes du Jura. Ainsi, le grès qui contient l'an- » thracite, le graphite et les empreintes végétales du col du Char- » donnet, serait à la fois superposé au lias et recouvert par des » couches contemporaines d'une partie de la série oolithique.

» Ce grès du col du Chardonnet appartient, ainsi que les anthra- » cites des environs de Briançon, à la partie supérieure du grand » système de schistes argilo-calcaires et de grès à anthracite, dont » les couches que j'ai décrites à Petit-Cœur forment les premières » assises : aussi remarque-t-on une différence notable entre les » empreintes végétales observées dans les deux positions : les » feuilles de fougère, qui dominent à Petit-Cœur, semblent » manquer au col du Chardonnet. »

M. Elie de Beaumont termine ainsi sa note : « Si l'on rapproche » cette note de celle que j'ai publiée dans le cahier de juin 1828 » des *Annales des sciences naturelles*, je crois qu'on pourra de » moins en moins se refuser à admettre que la géologie n'a » d'autre alternative que de placer dans le terrain houiller, ou » dans les terrains de transition, les couches coquillières de la Ta- » rentaise, et, par suite, celles des environs de Digne, dont les carac-

» tères zoologiques sont si nettement tranchés, ou d'introduire
» dans le terrain jurassique toutes les couches non primitives qui
» s'observent dans la contrée montagnieuse comprise entre le
» Mont-Blanc, le Mont-Rose, le mont Viso et le mont Pelvoux,
» couches dans lesquelles il est, je crois, sans exemple qu'on ait
» trouvé aucune trace de *Trilobites*, de *Productus*, d'*Évomphales*,
» ni d'aucun autre de ces fossiles, dont les réunions constituent,
» pour chacun des grands dépôts antérieurs au lias, *ce caractère*
» *particulier de famille et d'époque qu'on ne peut définir, mais qu'on*
» *ne peut non plus méconnaître.* » Tel est l'état dans lequel M. Élie
de Beaumont avait amené, depuis 1828, la question si compliquée
de la constitution géologique des Alpes, et dans lequel, à peu de
chose près, elle se trouve encore aujourd'hui.

Dans ma note sur les Alpes dauphinoises, publiée en 1844, j'avais annoncé qu'une puissante masse, composée de calcaires et de marnes schisteuses alternant entre eux, contenant des Bélemnites et autres fossiles du lias, la plus puissante et la plus développée de toutes celles que présentent les Alpes depuis le Mont-Blanc jusqu'en Provence, recouvre sur plusieurs points la grande formation des schistes talqueux. Dans l'escarpement de la montagne de la Serre, au sud de Vizille, la puissance de cette masse dépasse 700 mètres. Cette masse est souvent traversée par des veines de spath calcaire et de quartz, quelquefois très nombreuses. Des couches anthracifères avec argile schisteuse contenant des empreintes végétales, des psammites et des conglomérats tout à fait semblables à ceux des gîtes carbonifères exploités à Auris, au Péchagérard, à Notre-Dame-des-Vaux, à la Motte-d'Avelanne, m'avaient paru alors faire partie du terrain à Bélemnites, mais en occuper la partie inférieure. A cette époque, je regardais, comme constituant une seule formation, toute la masse argilo-calcaire qui s'étend depuis le fond du vallon de Vizille, où elle contient de nombreuses masses gypseuses accompagnées de spilites jusqu'au sommet des montagnes environnantes. Depuis lors, j'ai reconnu qu'il fallait diviser cette masse en deux groupes séparés l'un de l'autre par les grès carbonifères. J'avais déjà reconnu à cette époque que toutes les roches jurassiques de la contrée avaient éprouvé des altérations extrêmement remarquables; aux environs de Vizille, au bourg d'Oisans, à la Grave, au Valbonnais, etc., les schistes argilo-calcaires avec Bélemnites sont devenus des schistes ardoisiers tellement solides qu'on les exploite comme ardoises. Les bandes ardoisées de ces terrains sont souvent accompagnées de gypse, de filons de quartz, de calcaires magné-

siens jaunâtres avec cristaux de fer pyriteux, et d'une roche brune, spilite, qui présente une grande analogie avec les wackes de l'Auvergne. Cette roche a pris un grand développement dans certaines localités, en pénétrant les schistes et calcaires à Bélemnites, dont souvent elle ne paraît être qu'une altération. La pâte brune plus ou moins compacte, plus ou moins homogène du spilite, composée de feldspath combiné avec du pyroxène, de l'amphibole, de la chlorite, de la serpentine, de l'épidote (1), etc., ne fait aucune effervescence dans les acides ; mais cette pâte contient souvent du calcaire spathique et du fer carbonaté en cristaux, en noyaux et en veines : elle s'imprègne aussi de calcaire, et, de cette manière, elle se lie complètement avec les calcaires dans lesquels elle se trouve intercalée, absolument comme les wackes de l'Auvergne. Le spilite se voit en assez grande masse à Champs, près Vizille, à la mine de la Gardette, au-dessus du bourg d'Oisans, à Cognet, près la Mure, à Aspres-les-Corps, près Champoléon, dans le massif de Chaillol, à Notre-Dame-du-Lau, et, dans presque toutes ces localités, on pourrait croire, avec M. Sc. Gras, que le spilite n'est autre chose que du calcaire modifié ; mais au-dessous d'Aspres-les-Corps, au pont de Baufin, le long du Drac, il existe un véritable dyke d'une roche pyroxénique, à surfaces scoriacées, offrant la plus grande analogie avec cette dolérite qui, en Auvergne, paraît tenir le milieu entre le basalte et le trachyte. On voit parfaitement bien ici comment la roche plutonique s'est introduite dans le calcaire, dont elle a altéré les couches en les bouleversant près du contact.

Il est généralement admis que les gypses qui accompagnent les spilites sont le résultat de la transformation du calcaire qui les encaisse en sulfate de chaux, par une action postérieure au dépôt de ce même calcaire. La stratification du calcaire, souvent bien conservée dans les masses gypseuses, les marnes qui séparent les strates, très reconnaissables dans les schistes gypseux de différentes couleurs placés entre les bancs de gypse, enfin partout des portions de calcaire magnésien restées dans ces bancs eux-mêmes, et se fondant avec le gypse, en sont des preuves évidentes.

Les géologues sont loin d'être d'accord sur l'époque à laquelle cette transformation s'est opérée. On rencontre du gypse sans spilite, et réciproquement, à la Gardette, Aspres, Baufin, le Valbonnais, Remollon, vallée de Barcelonnette ; mais, partout où il y a des spilites ou du gypse, il existe des roches magnésiennes. Il

(1) D'après M. Scipion Gras, *Bulletin*, t. II, page 425.

est donc probable que ces trois roches résultent de la même action. Le spilite est certainement de formation très moderne ; le dyke du pont de Baufin a traversé les alluvions anciennes de la vallée du Drac.

Plusieurs géologues placent la formation du spilite dans les derniers temps de la période tertiaire. Quant à moi, je range dans la période basaltique la roche pyroxénique du pont de Baufin, et, par suite, tous les véritables spilites de nos Alpes.

C'est principalement dans le haut de la formation du lias que gisent les masses gypseuses, avec ou sans spilite, dans les localités citées : aux environs de Remollon, Brézier, vallée de la Durance, sur les flancs de la vallée de Barcelonnette, au pied de la montagne de Siolane, etc. Dans toutes ces localités, il n'y a aucun doute que les gypses ne soient le résultat de l'altération du calcaire et des marnes, dans lesquels ils se trouvent intercalés, par des émanations sulfureuses venant de l'intérieur de la terre.

Nous allons maintenant suivre la série des groupes géognostiques que présente la portion des Alpes que nous avons étudiée.

Groupe du lias.

Depuis la hauteur de Vizille jusque vers ses sources, le Drac coule à travers une puissante formation calcaréo-marneuse, dans laquelle dominent souvent des marnes schistoïdes bleuâtres plus ou moins fissiles, plus ou moins solides, contenant des Bélemnites (*B. unicanaliculatus*), des Ammonites et des Posidonies, dont les espèces sont les mêmes que celles du lias, et qui offre en outre tous les caractères pétrographiques que cette formation présente sur les autres points de l'intérieur de la France. Cet ensemble de roches constitue toute la première assise des montagnes, et occupe le fond des vallées en s'élevant à une plus ou moins grande hauteur sur les flancs, depuis le cours du Drac jusqu'au parallèle de Castellane, dans un espace limité à l'est par la crête des Alpes françaises, et, à l'ouest, par une ligne brisée passant par Grenoble, Vizille, Die, Nyons, Sisteron, Digne et Castellane. Dans l'arrondissement d'Embrun, près Savines, au pied de la montagne de Morgon, j'ai trouvé dans les strates inférieurs la Gryphée arquée en abondance.

Tous les géologues savent que cette ostracée caractéristique du lias inférieur existe, dans la même position, et en grande quantité, avec des Ammonites, des Pentacrinites, des Peignes et des

Plagiostomes, espèces liasiques (1), en grande quantité aux environs de Digne et de Castellane; il ne peut donc y avoir aucune espèce de doute sur la place de cette formation dans la série géologique : c'est pourquoi nous la prenons pour notre horizon géognostique dans toutes les observations que nous allons rapporter; et cela est d'autant plus rationnel, qu'elle forme la base de *presque* tous les terrains qui entrent dans la constitution des Alpes françaises; elle se trouve assez exactement teintée en bleu dans la carte géologique de la France.

Aux environs de Gap, la partie supérieure des marnes liasiques renferme, avec le *Belemnites unicanaliculatus* très abondant, de grandes *Posidonies*, espèce non encore déterminée, et beaucoup d'Ammonites (*Ammonites Humphriesianus*, Sow.), etc., qui rappellent la partie inférieure du terrain oolitique.

Ces fossiles sont englobés dans un calcaire marneux jaunâtre, que l'on voit souvent, dans les escarpements, au-dessous de l'étage suivant.

Aux environs de La Mure et de Corps, dans la partie supérieure des vallées du Drac et de la Durance, dans les vallées situées plus au sud, et dans presque tous les massifs montueux, l'étage supérieur du lias est recouvert, en stratification concordante, par une puissante masse de calcaire compacte, dont les premiers strates alternent même souvent avec les schistes liasiques. Ce calcaire prend ensuite un développement considérable, et constitue à lui seul presque toutes les grandes crêtes et les hauts sommets, depuis la vallée du Drac jusqu'au delà de Digne.

Grès supra-liasique; grès anthracifère.

Dans le haut de la vallée du Drac, les schistes du lias sont séparés du calcaire précédent par une assise arénacée, psammite, grès quartzeux, macigno, généralement bien stratifiée, en concordance parfaite avec le lias et avec le calcaire compacte supérieur. Les strates arénacées alternent vers le bas avec ceux du lias, et, vers le haut, avec ceux du calcaire compacte. Tous ces rapports entre les trois espèces de roches se voient parfaitement à l'entrée de la vallée de Champoléon, montagne de Corbière (fig. 9), tout le long des vallées d'Orcière, de Praprie, etc. Dans la vallée de la Durance, l'assise

(1) M. Bayle a figuré un grand nombre de ces fossiles, recueillis au col des Encombres par M. Sismonda, dans le *Bulletin*, 2^e sér., t. V, p. 444.

arénacée a pris un grand développement, principalement sur le flanc droit, entre Chorges et mont Dauphin, puis sur le flanc gauche, de mont Dauphin jusqu'au delà de Saint-Martin de Queyrières; elle pénètre aussi dans la vallée du Guil, dans celle de la Guisanne, où elle est bien développée; elle va se lier aux grès et quartzites du col du Chardonnet, en passant par le Monestier et le Lauzet.

On voit parfaitement la disposition des roches arénacées par rapport à celles qui les supportent et les recouvrent, en allant d'Embrun à la Chapelle Saint-Guillaume, qui domine la ville au nord; en allant de la Chapelle à la croix du même nom, on voit les strates arénacées alterner avec d'autres d'un calcaire marneux schistoïde, passant au calcaire compacte qui recouvre le lias et constitue tous les hauts sommets et les grands plateaux de la contrée : Soleil-Biou, Mourefret, la Diablée, les Barles, Autane, le roc Blanc, les deux Piniers, le Diolon, Rocheclair, etc., dont les escarpements de ces montagnes montrent parfaitement l'alternance des roches calcaires et arénacées, qui sont souvent intimement liées entre elles. Ici les roches arénacées ne présentent d'autres restes organiques que des fragments de tiges de végétaux; on aperçoit, çà et là, quelques veines d'anthracite. Le calcaire contient quelques Ammonites plissées (*A. tortisulcatus*, *A. plicatilis*, *A. anceps*, *A. hecticus*, etc.) caractéristiques de l'étage oolitique moyen, des Trigonies, des Térébratules, quelques Bélemnites, etc. Il est partout caractérisé par une immense quantité d'empreintes déliées, festonnées de manière à produire de fort jolis dessins, qui doivent être des traces d'Annélides, et qui sont tout à fait semblables à celles que M. Murchison a nommées *Myrianites* (1).

De Chorges à mont Dauphin, sur le flanc gauche de la vallée de la Durance, les roches arénacées ne sont plus représentées que par de minces lits, ou manquent entièrement entre le lias et l'étage jurassique moyen; mais, au delà du mont Dauphin, elles existent sur les deux flancs, où elles acquièrent souvent une puissance de plus de 200 mètres; elles s'étendent ensuite jusqu'au delà de Briançon, et, suivant la vallée de la Guisanne, elles vont rejoindre celles du Chardonnet. A l'entrée de la vallée de l'Argentière, près de la fonderie ruinée, on voit quelques pointes des marnes liasiques sortir de dessous les roches arénacées, en strates fort inclinées, et dans lesquelles on a percé une galerie pour exploiter une veine d'anthracite de peu de valeur. Les débris offrent une grande quan-

(1) *Silurian system*, pl. XXVII, fig. 3.

tité de fragments de végétaux, fougères, *Equisetum*, *Sigillaria*, etc., espèces du terrain houiller, et des Bélemnites plus ou moins reconnaissables.

De l'autre côté de la vallée, entre la Roche et la Bessée, on a aussi exploité plusieurs veines ou amas charbonneux, qui ont mis à découvert les mêmes empreintes végétales et surtout des fougères, de gros fragments d'*Equisetum* changés en psammites, et des Sigillaires avec des Bélemnites. Après la Bessée, les roches arénacées ne paraissent plus guère que sur le flanc E. de la vallée où elles sont recouvertes par les calcaires à Annélides, qui constituent la plus forte masse des montagnes.

Depuis Queyrières jusqu'au delà de Saint-Martin, on a creusé dans la masse arénacée un grand nombre de galeries pour exploiter des amas ou des espèces de filons irréguliers plus ou moins puissants, d'un anthracite friable, rarement en morceaux brillants, donnant cependant un peu de flamme en brûlant, et dont quelques parties peuvent servir à forger le fer. Les produits de toutes ces exploitations sont consumés dans la contrée, où le bois est assez rare.

Ici les psammites passent à des conglomérats dont les fragments varient de grosseur. Comme il arrive souvent dans le véritable terrain houiller, ils sont accompagnés d'argile schisteuse avec empreintes de fougères, de tiges d'*Equisetum* et de Sigillaires, de fougères arborescentes; on trouve de grosses tiges cannelées et non cannelées changées en psammites, absolument comme dans le terrain houiller. Tous ces débris végétaux ont été reconnus par M. Ad. Brongniart (1) comme se rapportant à des espèces du terrain houiller, et au milieu de tout cela, dans les schistes avec empreintes de fougères, des Bélemnites plus ou moins brisées, mais parfaitement reconnaissables, semblables aux Bélemnites allongées des schistes liasiques supérieurs, *B. unicanaliculatus*. Il ne peut y avoir ici aucun doute sur la position de ces gîtes charbonneux : depuis avant la Roche jusqu'au delà de Saint-Martin-de-Queyrières, sur une longueur de quatre lieues, on les voit supportés par le lias et recouverts par les calcaires de l'étage jurassique moyen, en se liant intimement avec ces deux groupes (fig. 4). Il en est de même aux environs de Briançon et dans toute la vallée de la Guissonne, où se trouvent aussi de nombreuses exploitations d'antra-

(1) Dans son mémoire sur le terrain anthraxifère des Alpes, M. Gras, *Annales des mines*, 1854, t. V, a donné la liste de toutes les espèces végétales.

cite. Dans toutes celles que j'ai visitées, le charbon ne formait pas des couches régulières, mais des amas en chapelet, des espèces de filons présentant de nombreux renflements et étranglements. Les galeries d'exploitation se trouvent à différents niveaux dans la masse arénacée ; quelques-unes entament le lias, d'autres le calcaire jurassique supérieur ; quelquefois l'anhracite pénètre même dans ce dernier ; dans les vallées de l'Ubaye et du Verdon, il s'y trouve même entièrement compris, comme nous le dirons plus bas. Ces gîtes n'ont généralement que quelques mètres de largeur et d'épaisseur ; ils sont tous isolés les uns des autres et sont de simples accidents dans la masse arénacée, dont ils suivent généralement l'inclinaison des strates. En les exploitant, les ouvriers tombent souvent dans l'eau retenue par les marnes liasiques inférieures. Quelques-uns montent pour aller se perdre dans les calcaires à Myrianites. Les marnes du lias, les roches arénacées carbonifères et les calcaires qui les recouvrent, ont éprouvé les mêmes dislocations ; sur le même point ils présentent la même inclinaison, les mêmes plissements et les mêmes fractures ; la direction des accidents se croise souvent et n'offre rien de régulier ; aux environs de la Bessée et de Queyrières, les calcaires jurassiques offrent, dans l'intérieur des strates, une structure schistoïde avec des plis et contournements qui leur donnent l'aspect de bois pétrifié, ce qui prouve qu'ils ont été disloqués lorsqu'ils étaient encore mous. Des veines serpentineuses se voient souvent entre les feuillet contournés et aussi dans la masse de la roche. Dans les environs de Briançon, de grosses masses de serpentine traversent les mêmes calcaires en les altérant.

La formation de cette partie de la vallée de la Durance, entre mont Dauphin et Briançon, a été accompagnée d'un grand affaissement : des portions de calcaire à Myrianites constituant des monticules de diverses formes, de petits plateaux semblables à des retranchements militaires, gisent dans le fond de la vallée à un niveau inférieur à celui des marnes du lias, tandis que le même calcaire constitue les sommets et les plateaux qui s'élèvent souvent à plus de 1,500 mètres au-dessus.

Dans les grands massifs montueux compris entre les vallées de la Durance, du Guil, et celle de l'Ubaye, l'assise arénacée n'est généralement représentée que par de minces lits de psammites ou grès quartzeux qui se lient intimement avec les roches du lias et avec celles de l'étage jurassique moyen. Ces lits s'observent dans les escarpements de la vallée de Barcelonnette, où plusieurs masses de gypses se trouvent au même niveau qu'eux. En continuant à suivre

l'Ubaye au delà de Jeausiers, des deux côtés de la vallée fortement encaissée par des escarpements à pic, on voit des couches de grès et de psammites à petits grains intimement liés à celles du lias et du calcaire supérieur ; la même couche présente souvent, par intervalles, du calcaire pur, du grès et du psammite. Ces faits sont parfaitement mis à jour par les travaux en cours d'exécution pour la construction du Fort de Tournoux.

Toute la chaux employée dans la maçonnerie de ce Fort est cuite avec un mauvais anthracite tiré d'une mine située dans la vallée de l'Ubayette, au-dessus du village de Saint-Ours. Ce gisement se trouve dans la partie inférieure du calcaire jurassique, peu au-dessus du lias, entre les deux groupes : on ne voit ici que de petits lits de psammites ; le charbon est accompagné d'un conglomérat calcaire très grossier. Je n'y ai point vu d'empreintes végétales, mais dans l'anthracite même j'ai trouvé la *Terebratula tetraedra*. La coupe verticale de la galerie, très exactement levée par un garde du génie (fig. 5), présente une bien singulière disposition : de longues cheminées verticales qui ont jusqu'à 26 mètres de haut, semblent annoncer qu'elle a été remplie après coup. Aux environs de ce gîte, le calcaire pénétré de veines talqueuses et serpentineuses, devenu marbre, est exploité pour les pierres d'appareil du Fort.

Dans les montagnes de Fours qui bordent la vallée de Barcelonnette au sud, des lits et bancs de grès et de psammites, irréguliers et discontinus, se montrent entre les marnes du lias qui forment les talus, et les calcaires à Annélides qui constituent les escarpements. Ici les traces d'Annélides sont nombreuses et présentent de fort jolis dessins, mais on ne trouve ni veines charbonneuses, ni empreintes végétales dans les roches arénacées, ni dans le calcaire. On rencontre là quelques masses de gypse à la jonction des deux formations.

Si du village de Laupillon on va à la montagne Ventebrun, en suivant le sentier qui passe au-dessous de la croix de l'Alpe et suit le flanc ouest de la vallée de la Plane, on voit partout des bancs arénacés entre le lias et les calcaires jurassiques. Vers l'origine de la vallée, tous les escarpements sont formés par un calcaire fissile rempli d'Annélides, reposant sur une couche arénacée de plus de 10 mètres d'épaisseur. Ici les couches supérieures du lias sont rougeâtres et imprégnées d'une grande quantité d'oxyde de fer, formant des veines qui pénètrent dans les psammites et même dans le calcaire supérieur qui prend aussi la teinte rouge. De l'autre côté du col, la couche arénacée continue pendant 200 mètres en-

viron, puis se termine en lentille. Elle reparait ensuite, disparaît de nouveau et arrive jusque dans l'escarpement de Ventebrun. Ce fait montre bien que la masse arénacée n'est qu'accidentellement placée entre les deux grandes formations calcaires. Elle reparait çà et là, dans les escarpements de la vallée de Fours.

En suivant cette dernière vallée, on va tomber dans celle du Bachelar où passe le chemin qui conduit de Barcelonnette à Allos. Celle-ci montre dans le fond de gros strates calcaires sans fossiles, formant l'étage inférieur du lias, et dans les escarpements des calcaires schistoïdes et marneux phylladiformes, dans la partie supérieure desquels se rencontrent des psammites et des grès intimement liés avec ces schistes; les calcaires formant les crêtes de Sestrières recouvrent les roches arénacées; ils contiennent des Ammonites et quelques Annélides. Au col qui sépare la vallée du Verdon de celle de Saint-Barthélemy, s'élève, à 2,900 mètres au-dessus de la mer, le beau pic de Siolane, escarpé de tous les côtés. La base de ce pic offre une masse de grès quartzeux assez bien stratifiée, de 50 mètres de puissance, en couches presque horizontales (fig. 6), reposant sur les marnes liasiques et se liant avec elles. Par-dessus vient le calcaire à Annélides, compacte, un peu cristallin, qui forme tout le reste du pic. Au pied, du côté de l'orient, se trouve une masse de gypse blanc exploitée. La couche de grès de Siolane se continue vers le sud en s'amincissant; dans la montagne de Courtin, au-dessus de Sestrières, elle se trouve réduite à quelques strates qui sont même en partie calcaires.

Sur les deux flancs de la vallée du Verdon et dans les vallées latérales, entre le lias et les calcaires à Myrianites qui le recouvrent, existent des lits et des bancs plus ou moins épais de psammites et de grès qui se lient intimement avec l'un et avec l'autre. Le fond de cette vallée, aux environs d'Allos, présente de gros strates calcaires plus ou moins inclinés et plongeant dans divers sens, qui forment l'étage inférieur du lias; le *Belemnites unicanaliculatus* est le seul fossile que j'aie trouvé dans cette roche. Au-dessus de ces calcaires, viennent les marnes avec calcaires marneux qui forment tous les talus des montagnes dominés par les escarpements à pic du calcaire à Annélides. Çà et là, il existe quelques lits et bancs de grès et psammites entre les deux groupes, se liant toujours intimement avec l'un et avec l'autre.

En suivant le chemin qui conduit d'Allos au lac du même nom, on remarque quelques veines charbonneuses au-dessous des escarpements, qui paraissent être intercalées dans la partie inférieure du calcaire. En approchant des chalets du lac, les roches aréna-

cées supra-liasiques, généralement quartzeuses, prennent une assez grande puissance ; elles sont recouvertes par le calcaire à Annélides avec les strates duquel elles alternent même plusieurs fois. Près du mont Pelat, dans l'escarpement du contre-fort, nommé la Tête-Ronde, le calcaire qui recouvre les roches arénacées présente à sa base un conglomérat grossier, composé de fragments calcaires et psammitiques avec des argiles schisteuses. Celui-ci contient des veines d'un anthracite pulvérulent, assez nombreuses pour faire espérer la découverte d'un gîte exploitable à peu de frais.

En suivant le chemin qui conduit à notre signal du mont Pelat, on laisse à droite, au bord du lac, une masse de grès très fracturée, tout à fait semblable au grès anthracifère, mais qui recouvre évidemment le calcaire à Annélides, comme nous le dirons plus bas. Sur toute la base de la montagne, et jusqu'à une certaine hauteur sur les flancs, on voit les roches arénacées anthracifères recouvertes par le calcaire à Annélides, avec les strates duquel elles alternent plusieurs fois. Il y a même souvent une liaison intime entre le calcaire et les strates arénacées, et les calcaires schistoïdes présentent les animaux mêmes, entassés en grande quantité et offrant des enlacements et des contournements comme s'ils avaient été enfouis à l'état vivant en se débattant contre la mort. Nous reviendrons sur ce phénomène dans l'article suivant. D'Allos, en descendant la vallée du Verdon, on voit çà et là, dans les escarpements qui la bordent, les roches arénacées, qui n'ont jamais pris une grande puissance, paraître entre le lias et le calcaire jurassique, dont l'inclinaison des strates diminue au point de devenir presque nulle. Les marnes du lias s'enfoncent de plus en plus, à la hauteur de Beauvezert ; elles ne paraissent plus que dans les berges de la rivière, et les escarpements sont entièrement formés par les calcaires à Annélides ; la ramification de la vallée où se trouvent les villages de Thorame-Haute et de Thorame-Basse présente de nouveau les marnes du lias dans le fond et jusqu'à une certaine hauteur sur les flancs des montagnes de Chamatte, Cordeuil, Trépaillon, etc. Quelques bancs et lits discontinus, des roches arénacées, intimement liés aux marnes et aux calcaires, se montrent entre ces deux formations. Au pied sud de Cordeuil, près du Verdon, et sur le versant N.-O. de la montagne de Chamatte, des traces de charbon paraissent dans la zone des roches arénacées, et pénètrent dans les calcaires supérieurs, comme au pied du mont Pelat et à Saint-Ours. Du gîte de Chamatte, on a tiré une espèce de houille pouvant servir à forger le fer.

Dans sa *Statistique minéralogique du département des Basses-*

Alpes, publiée à Grenoble en 1840, M. Scipion Gras cite des bancs arénacés avec anthracite, surbordonnés aux marnes du lias, au N.-O. de Dromont, près Saint-Geniès, entre Barles et Verdaches, dans le voisinage desquels se montrent du gypse et des veines de galène. Dans le mémoire qu'il vient de publier sur le terrain anthracifère des Alpes (1), il prouve par une longue suite d'observations, à l'appui desquelles il donne des coupes très étendues et très détaillées, que ces mêmes roches, constamment placées entre les marnes à Bélemnites et les calcaires de l'étage jurassique moyen, ont pris un immense développement dans l'intérieur du grand triangle ayant pour sommets le Mont-Blanc, le mont Viso, et le mont Pelvoux, espace dans lequel nous n'avons fait que quelques courses, et dont nous ne nous occuperons point dans ce mémoire.

Dans la note qu'il vient de publier sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes (2), M. Lory reconnaît que les grès de la vallée de la Durance, au-dessus du mont Dauphin, sont jurassiques, et que ceux compris entre Embrun et le mont Dauphin, « envisagés » du côté d'Embrun, où ils sont surmontés des calcaires à Myriamites, semblent succéder au lias, sans que l'on puisse établir la « délimitation d'une manière tranchée ; » ce qui le fait hésiter à les comprendre dans son terrain nummulitique.

Tous ces faits réunis à ceux constatés, depuis 1828, par M. Élie de Beaumont, dans la Tarentaise et au col du Chardonnet, ne permettent plus aucun doute sur l'existence, entre les marnes du lias et l'étage oolitique moyen, d'une bande arénacée de puissance variable, fort irrégulièrement développée, sur une grande étendue, contenant des veines et des amas de charbon, accompagnés de Bélemnites, plus de nombreux débris végétaux des mêmes espèces que ceux du véritable terrain houiller gisant au-dessous du trias.

Tous les gîtes charbonneux de nos Alpes appartiennent-ils à cet horizon géognostique? Je ne le crois pas. M. Gras en avait rangé quelques-uns dans le terrain à Nummulites (3). Quant à moi, je n'y en ai point reconnu. En 1843 (4), ceux d'Auris, du Pechagnard, du N.-D. de Vaux, de la Motte d'Avelanne, m'avaient paru placés au-dessous du lias. Je ferai remarquer, en

(1) *Annales des mines*, 1854, t. V.

(2) *Bulletin*, 2^e sér., t. XII.

(3) *Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes*.

(4) *Bulletin*, 2^e sér., t. I.

ontre, que ceux-ci présentent de véritables couches et de puissants amas d'une houille plus ou moins sèche, qui est rarement un véritable anthracite, et desquels on tire depuis longtemps une grande quantité de combustible. Y aurait-il, dans nos Alpes, deux grands étages carbonifères caractérisés par les plantes du véritable terrain houiller, et séparés l'un de l'autre par la formation du lias, dont la puissance dépasse souvent 700 mètres, et qui constitue presque toute la base de ces montagnes? Cela est possible.

Terrain oolitique.

Dans ce qui précède, nous avons déjà cité beaucoup de localités où les calcaires de l'étage jurassique moyen recouvrent soit le lias, soit les grès supra-liasiques, non-seulement à stratification concordante, mais avec des alternances entre les strates de l'un et l'autre groupe, souvent jusqu'à une assez grande distance des surfaces de contact. Sur les points où les roches arénacées paraissent manquer, ce qui arrive principalement au sud de la vallée de la Durance, la présence de la silice se manifeste toujours entre les deux groupes par des strates de calcaire siliceux, ou par des portions siliceuses, grès et psammites, dans les strates calcaires de l'un et de l'autre. Dans les massifs de Chaillol-le-Viel, les calcaires de l'étage jurassique moyen sont peu développés; la puissance de la couche, placée entre le lias et le terrain nummulitique, ne dépasse pas 40 mètres; mais, de l'autre côté de la vallée de Champoléon, cette puissance augmente considérablement; elle atteint souvent 300 à 400 mètres.

Les calcaires forment tous les grands sommets qui couronnent les deux versants de la vallée d'Orcières, et une grande partie de ceux compris entre les vallées du Drac et de la Durance; ceux de la frontière du Piémont, depuis le mont Genève jusqu'au lac d'Allos, en marchant vers le S., à l'exception de quelques points occupés par les roches nummulitiques. De là, en s'avancant vers l'O., on les retrouve jusqu'au delà de Gap, de Sisteron, et de Digne, formant les grands sommets qui dominent la vallée de Barcelonnette, les montagnes de Fours, de Siolane, etc., la presque totalité de la haute crête de la Blanche, qui s'élève jusqu'à 2900 mètres, en séparant la vallée du Verdon de celles de la Blanche et de la Bléonne, les massifs du Cheval-Blanc, la belle crête de Coupe, les montagnes de Couson, de Courbon, etc., aux environs de Digne; un grand nombre des sommets entre les vallées de la Bléonne et de la Durance; le grand massif des Mouges, qui s'élève

à 2,200 mètres au-dessus de la mer, des Barles, etc.; à l'ouest de Sisteron, toute la grande crête de Lure, et les sommets qui sont au nord; à l'ouest de Gap, les crêtes de Cézue, de Charance et de l'Aiguille, etc. Enfin, ce calcaire, auquel on avait très anciennement donné le nom de calcaire alpin, constitue la plus grande partie des sommets de nos Alpes; nous dirons même plus bas qu'une partie de ceux rangés dans le terrain primitif peuvent bien appartenir au même étage.

La roche dominante de ce groupe est un calcaire compacte ou sublamellaire, souvent schistoïde, passant sur un grand nombre de points, par tous les degrés, à de véritables ardoises exploitées pour couvrir les maisons. Ces ardoises sont toujours effervescence dans les acides; souvent les strates présentent de grosses masses compactes qui donnent d'excellentes pierres de taille; celles-ci passent souvent au marbre avec des couleurs variées, même au marbre blanc de Carrare: de ce dernier, j'ai vu deux grosses masses qu'on pourrait exploiter, une dans le val Godemar, et l'autre au pied de la montagne de Morgon, au-dessus de Savines. Les marbres de Chorges, travaillés à Gap, gris, veinés, rougeâtres, noirâtres, en proviennent; il en est de même de ceux de la vallée du Guil, qu'on amène aussi à Gap, et des marbres verts dont nous parlerons bientôt. La pierre de taille exploitée à Saint-Ours, pour le fort de Tournoux, est un véritable marbre qui présente là plusieurs variétés. Les pierres de Saint-Ours offrent dans leur intérieur de minces veines talqueuses et serpentineuses, tellement mélangées au calcaire, qu'elles y ont certainement été introduites dans le moment qu'il se déposait. Les mêmes veines se montrent sur un grand nombre d'autres points; mais c'est à Saint-Ours que l'on peut le mieux les observer, dans la carrière actuellement exploitée.

La stratification des calcaires est toujours évidente, mais plus ou moins régulière: dans les montagnes peu élevées, elle est assez régulière, et les strates sont souvent séparés par des couches schisteuses psammitiques; mais dans les hautes montagnes, vallée du Drac, de la Durance, de la Val-Louise, de l'Ubaye, de l'Ubayette, du Verdon, de la Bléonne, etc., on observe les plus singuliers accidents de stratification, les contournements les plus bizarres: des portions, très étendues, reployées plusieurs fois sur elles-mêmes, offrent dans la masse des stratifications transgressives qui pourraient faire croire à l'existence de deux groupes bien différents. Des failles assez étendues établissent souvent de grandes différences de niveau entre diverses parties d'une même masse.

Ce fait s'observe surtout dans le haut des vallées de la Durance, du Guil et de l'Ubaye. Souvent le clivage des roches, parallèle à la stratification, étant contourné comme les strates, annonce qu'ils étaient encore à l'état mou quand les plissements ont eu lieu. Ceux-ci sont surtout très fréquents dans le voisinage des masses de gypse et de serpentine, et des filons métalliques, dont nous parlerons plus bas. Les couches de lias, en contact, participent presque toujours à ces contournements, mais, généralement, d'une manière moins prononcée; il y a souvent enchevêtrement entre les deux groupes, et quelquefois renversement du lias sur le calcaire jurassique.

Tous les gîtes de galène, plus ou moins argentifère, des départements des Hautes et Basses-Alpes, Champoléon, l'Argentière, Bréziers, Saint-Génès, de Dromont, le pied du mont Viso, etc., se trouvent dans cette formation, ou y pénètrent profondément; quelquefois ils sont accompagnés de roches plutoniques, à Champoléon, toujours de barytine, de quartz et de dolomies. A l'Argentière, le quartz et le calcaire lui-même sont pénétrés de galène; ils présentent aussi beaucoup de *stockwerke*, ce qui annonce que la galène est venue pendant le dépôt du calcaire. Ces gîtes renferment quelques amas irréguliers; mais, en général, ils se composent de veines qui se perdent dans la roche. Je les crois tous très peu importants, opinion confirmée par l'abandon de presque toutes les exploitations entreprises jusqu'à présent. Celle de l'Argentière, dans le haut de la vallée de la Durance, qui donne actuellement d'assez beaux produits, parce que l'on a rencontré quelques amas puissants, finira comme les autres aussitôt que ces amas seront épuisés.

Les roches schistoïdes, généralement psammitiques, passent souvent à une ardoise de bonne qualité, exploitée pour couvrir les maisons, à Pont-du-Fossé, vallée du Drac, aux environs d'Embrun et de Briançon, vallée de la Durance, à Jausiers, et sur quelques autres points de la vallée de l'Ubaye, appartiennent à cette formation.

Le groupe dont nous nous occupons offre les plus grandes analogies avec celui du calcaire de la Porte-de-France, à Grenoble, qui est reconnu actuellement pour appartenir à l'étage jurassique moyen. A l'exception des traces d'Annélides, les restes organiques y sont rares; des espaces considérables en paraissent même dépourvus; mais ceux que nous avons trouvés dans le massif de Chaillol-le-Viel, entre la Durance et le Drac, à la montagne des

Mouges, sur la grande crête de la Blanche; près de la frontière, dans les montagnes de Saint-Ours, le long du Verdon, dans les montagnes qui dominent Allos, dans les montagnes du Cheval-Blanc et de Coupe, sur la montagne de Couson, à l'ouest de Digne, sur celle de Lure, et les autres montagnes des environs de Sisteron; à Céuze, Charance et l'Aiguille, aux environs de Gap, etc., viennent confirmer ces analogies. Les coquilles sont des Ammonites plissées, *A. tortisulcatus*, *A. plicatilis*, *A. hecticus*, *A. anceps*, etc., des Rostellaires, des Bélemnites fort rares, une Térébratule, voisine de la *T. tetraedra*, et quelques autres bivalves, Avicules, Trigonies, etc.

Des traces d'Annélides et les restes mêmes d'animaux de cette classe se rencontrent presque partout, et en quantité considérable, sur certains points, dans les grandes montagnes comprises entre le Drac et la Durance, surtout entre Embrun et Orcières, dans celles de Fours, au-dessus de Barcelonnette, et surtout dans le massif dont le mont Ventebrun est le centre; aux environs de la Condamine, vallée de l'Ubaye; plusieurs massifs compris entre la frontière et le haut de la vallée du Verdon. Parmi ceux-ci, je citerai particulièrement le mont Pelat, qui s'élève au nord du lac d'Allos, à 3054 mètres au-dessus de la mer. Cette montagne est entièrement pétrie d'Annélides, traces et animaux, qui se montrent particulièrement dans les calcaires psammitiques schistoïdes; là, il existe sur les flancs, jusqu'auprès du sommet, de grandes plaques détachées, dont les deux surfaces sont recouvertes de ces animaux enlacés et entassés les uns sur les autres, offrant des contournements, comme s'ils avaient été enfouis en se débattant contre la mort; ils sont généralement de la grosseur du doigt; quelques-uns ont jusqu'à 0^m,4 de longueur; on y reconnaît encore le canal intestinal et des apparences de tête. Je mets des fragments de ces plaques sous les yeux de la Société; on peut en avoir d'un mètre carré qui produiraient un bel effet dans les galeries du Muséum, et offriraient un grand intérêt paléontologique. Je présente aussi un échantillon pris à la montagne de Roche-Grande, au nord d'Allos, qui offre une espèce de Millepieds en très bon état. Il serait vraiment à désirer qu'un zoologiste se transportât sur ces curieux gisements; car tout ce que l'on en peut dire et les échantillons n'en donneront jamais qu'une idée très incomplète: les Annélides sont vraiment les fossiles caractéristiques de ce groupe, sur lequel je ne saurais trop attirer l'attention des observateurs. Mais ce n'est pas seulement à ce titre qu'il mérite toute l'attention

des géologues : nous avons déjà énuméré une partie des modifications remarquables que présentent ces roches ; en voici de bien plus singulières et plus importantes.

Si l'on va de Barcelonnette au col Longet, compris entre les beaux massifs du Viso et du Grand-Rubren, dont l'un atteint 3900 mètres et l'autre 3400 mètres d'altitude, en suivant la vallée de l'Ubaye, par la route qui conduit aux marbrrières de Maurin, après le village de Jausiers, on voit les calcaires à Annélides parfaitement stratifiés recouvrir les marnes du lias à stratification concordante. Des bancs de roches arénacées se montrent entre les deux groupes, en pénétrant dans l'un et dans l'autre ; beaucoup de strates de l'un et de l'autre sont en partie calcaires et en partie arénacés, psammite, grès et même quartzite. Ces strates plongent vers le N.-E., sous un angle qui dépasse rarement 20°, en présentant çà et là les plis et contournements bizarres dont nous avons parlé plus haut. Les roches psammitiques passent à l'ardoise, et sont exploitées comme telles près de Jausiers et au Châtelard. En avançant vers Tournoux, on les voit prendre du talc et passer aux schistes talqueux, verdâtres et violacés. Les travaux du fort de Tournoux montrent ces mêmes schistes intercalés dans la partie supérieure du lias et dans la partie inférieure du groupe à Annélides ; eux-mêmes présentent souvent des traces de ces animaux. A Saint-Paul, où la vallée s'élargit notablement, les marnes noirâtres du lias en occupent tout le fond, et, dans les flancs des montagnes, elles sont recouvertes par les calcaires à Annélides, qui ont ici une puissance de près de 1000 mètres dans les grands escarpements ; les strates de ces derniers sont souvent séparés par des schistes talqueux, et les calcaires eux-mêmes sont imprégnés de talc et de serpentine et sont coupés par des veines de quartz blanc nombreuses. Ici le sens de l'inclinaison générale change, par suite de plusieurs dislocations que présentent les escarpements ; les strates, toujours inclinés sous un angle qui ne dépasse guère 25°, généralement, plongent vers le S.-O., et sont relevés vers le N.-E., ce qui se continue jusqu'à la frontière ; mais quelques escarpements offrent cependant des strates presque verticaux et des contournements bizarres. Le talc, la serpentine et le quartz, deviennent plus abondants dans le calcaire ; celui-ci présente, çà et là, des masses blanches d'une dolomie quartzreuse, ou quartzite magnésien.

A Maurin, sur la rive gauche de l'Ubaye, vallée de la Marie, se trouve une exploitation de marbre vert, *ophicalce*, dans lequel domine la serpentine. Cette exploitation est établie sur une espèce

de gros filon ou amas de 200 mètres de long et de 50 mètres de large, intercalé dans le calcaire à Myrianites dont il a peu dérangé la stratification. Le mur et le toit de la masse serpentineuse sont formés par un talcschiste argentin avec veines de quartz hyalin, et là le schiste est pénétré de veines de serpentines qui se fondent souvent dans sa masse. En les suivant, on les voit passer insensiblement aux calcaires schisteux qui les contiennent. Au-dessus du toit, vient une grosse masse de quartzite blanc offrant exactement la même stratification que le calcaire auquel elle se trouve intimement liée. Celui-ci est pénétré de veines de quartz jusqu'à une certaine distance, et la masse du quartzite offre beaucoup de portions calcaires pénétrées de veines de quartz, ce qui prouve clairement que le quartzite n'est autre chose qu'une épigénie du calcaire. L'ophicalce présente un tel enchevêtrement de veines calcaires et de veines de serpentine, qu'il me paraît évident que les deux matières étaient mélangées dans le dépôt, et l'une et l'autre à l'état de fusion (1). En suivant le filon jusqu'au point où il disparaît sous le calcaire, sur le flanc de la montagne, on reconnaît que les deux roches sont intimement liées et que le calcaire recouvrant l'ophicalce est tout pénétré de serpentine et de quartz. En face, sur le flanc nord de la vallée, se voit une grosse masse verdâtre, analogue à celle-ci, paraissant intimement liée au calcaire qui l'encaisse. Cette masse n'est qu'un calcaire fortement imprégné de serpentine et de talc, et pénétré par des veines de quartz blanc; elle présente des parties schistoïdes vertes et violacées, tout à fait semblables aux schistes des terrains anciens. L'ophicalce, qui ne paraît point ici au jour, se trouve probablement à une petite profondeur au-dessous.

En continuant à suivre la vallée, par la route, on rencontre une alternative de schistes talqueux, de talcschistes, de calcaires plus ou moins compacts, plus ou moins cristallins, tous si intimement liés les uns aux autres, que ce sont évidemment des parties d'une seule et même masse. A part quelques accidents locaux, la stratification est exactement la même que celle des montagnes qui forment les deux flancs de la vallée; toute la base de la montagne de la Combe-Brimont, est formée par un talcschiste offrant plusieurs couleurs, depuis l'argentin jusqu'au vert, pénétré de nombreuses veines de quartz liées à de petits filons qui coupent les strates. Ces

(1) Les marbres du tombeau de l'Empereur aux Invalides, et les plaques des candélabres de la place de la Concorde, provenant des marbrières de Maurin, sont de beaux échantillons de cette roche.

talcschistes forment à peu près la moitié de l'escarpement ; vers le haut ils se chargent de calcaire et passent ainsi graduellement à celui qui les recouvre en s'étendant ensuite jusqu'au sommet de la montagne. En continuant à marcher, on trouve toujours la même alternative de roches, avec des filons et des veines de serpentine et de quartz. La seconde carrière de marbre vert se trouve après le lac Paroir encore sur le flanc sud de la vallée ; elle est établie sur une grande bande d'ophicalce de 400 mètres de large, qui traverse la vallée du sud au nord en s'étendant jusqu'au sommet des montagnes dont elle constitue plusieurs : c'est bien la même roche que dans la première ; mais elle paraît être plus solide, et les veines calcaires sont plus nombreuses, bien que la serpentine domine toujours. Ici la masse serpentineuse, qui se montre sur une grande étendue, paraît être très puissante, elle peut fournir du marbre pendant mille ans, surtout si l'exploitation n'est pas plus active qu'actuellement. De toute part elle est en connexion avec des talcschistes, au milieu desquels le calcaire ne se montre plus que rarement ; mais les veines et les filons de quartz y sont encore nombreux.

A partir de ce point jusqu'à la frontière, les masses de serpentine deviennent extrêmement nombreuses ; elles forment une grande partie des sommets dominant la vallée au nord et au sud, qui s'élèvent de 3000 à 3400 mètres au-dessus de la mer, le Pelvat, le Blavet, le Rioubrun, le roc de la Nièvre, le roc Marcel, etc. Les roches qui environnent ces sommets ont si bien conservé l'apparence et la stratification des calcaires, que leur aspect ne présente aucune différence sensible depuis Saint-Paul jusqu'au pied du mont Viso. Mais, dans toutes ces hautes montagnes, ce ne sont plus que des talcschistes argentins ou pailletés, avec nombreuses veines de quartz, offrant toutes les variétés de ceux du terrain primitif ; le calcaire, plus ou moins cristallin, ne se montre plus que par lambeaux dans le fond de la vallée et sur les flancs des montagnes où il est toujours intimement lié aux talcschistes. Les montagnes qui dominent le col Longet présentent des parties gneissiformes intimement liées aux talcschistes. Les neiges qui couvraient les flancs du mont Viso m'ont empêché de saisir les rapports qui existent entre les roches dites primitives, qui constituent cette belle montagne, et les talcschistes qui en forment la base et les flancs. Bien que dans les sommets du mont Viso les strates soient verticaux, et que, sur les flancs sud et ouest, la stratification des talcschistes concorde avec celle des autres montagnes, il m'a semblé qu'il n'existe point là de véritable solution de continuité, et que

toutes ces roches, percées çà et là par des filons granitiques, pourraient bien appartenir à la même époque, au terrain jurassique?

En revenant d'Italie en 1843, j'avais passé quelque temps à étudier le massif du mont Cenis; alors je rapportais au terrain primitif les micaschistes et les talcschistes qui y sont les roches dominantes; mais, après mes observations de cette année (1854), je n'hésite pas à dire que ces roches sont absolument les mêmes que celles de la vallée de l'Ubaye et qu'elles appartiennent par conséquent à l'étage jurassique moyen, ou en partie à cet étage et en partie au lias supérieur. En cela je suis parfaitement d'accord avec la carte géologique de la France qui les indique comme terrain jurassique modifié: reste encore à savoir si les portions de ce massif qu'elle donne au terrain primitif n'appartiennent pas aussi au terrain jurassique? On sait que toutes les roches du mont Cenis sont percées par un assez grand nombre de dykes serpentineux qui offrent avec elles les mêmes liaisons que dans le haut de la vallée de l'Ubaye.

Ainsi tout ce grand système de schistes talqueux, de talcschistes, de micaschistes passant çà et là au gneiss, percé sur plusieurs points par des masses et filons de granite, par de nombreux filons de quartz et par des masses de serpentine, qui constitue le massif du Pelvoux, une grande partie des montagnes de la frontière du Piémont, tout le massif du mont Cenis, s'élevant jusqu'à 4,100 mètres au-dessus du niveau de la mer, appartiendrait aux groupes liasique et jurassique moyen. On sait que ce même terrain, après avoir été rapporté au terrain de transition par M. Brochant, a été relevé jusque dans le lias par M. Elie de Beaumont.

Un fait d'une haute importance, c'est que, dans le sud de la chaîne des Alpes, le métamorphisme ne commence qu'à l'approche des masses serpentineuses et quartzeuses, vers la vallée de l'Ubayette.

C'est donc à l'arrivée, au milieu du lias et du terrain jurassique, des serpentines, des quartz et des roches feldspathiques, qu'il faut attribuer leur métamorphisme. Le fait est parfaitement clair sur tous les points que nous avons cités, principalement dans les vallées de la Romanche et de l'Ubaye: on y voit parfaitement le feldspath, le quartz et la serpentine s'introduire dans les diverses parties des deux groupes calcaires et les transformer. Les masses dolomitiques généralement éloignées de talcschistes, toujours fortement disloquées, sont bien évidemment des calcaires pénétrés de magnésie par une sublimation: leur état cristallin et les nombreuses petites fissures qu'elles présentent ne laissent aucun doute à cet égard. Ces nombreux dykes de serpentine qui percent les calcaires, depuis

la vallée de l'Ubaye, en France, jusque au delà du mont Cenis, en Piémont, sur une longueur de 200 kilomètres, proviennent certainement d'une grande masse jadis en fusion, dont les dykes occupent aujourd'hui les évents. Cette masse a dû fournir les vapeurs magnésiennes qui ont produit les dolomies. La serpentine était certainement accompagnée d'une grande quantité de silice dissoute dans une eau très chaude chargée d'acide chlorhydrique, qui est si commun dans toutes les éruptions volcaniques. En arrivant sur les calcaires, cet acide aura formé du chlorhydrate de chaux emporté par les eaux, et la silice, se déposant dans le même temps, aura formé les quartzites. Quand la silice s'est trouvée mélangée avec la magnésie dans la dissolution, il en est résulté les talcschistes, et cela a dû être le cas général, puisque ces roches constituent la masse principale des montagnes, dans tout l'espace où se montrent les dykes de serpentine. Des éruptions feldspathiques ont certainement eu lieu en même temps; elles sont représentées aujourd'hui par les protogines, roches granitiques et gneissiques qui contiennent les trois substances réunies : feldspath, quartz et serpentine, cette dernière étant plus ou moins modifiée.

Tous les géologues conviendront avec moi que toutes les roches plutoniques des Alpes, à peu d'exceptions près, étant caractérisées par la présence d'une grande quantité de magnésie, à l'état talqueux et serpentineux, il est probable qu'elles viennent d'une même source, et, comme elles sont toutes intimement liées, elles doivent appartenir à une même époque. Les faits que nous avons rapportés prouvent que les serpentines, les quartz et plusieurs masses de protogine, ont fait éruption pendant la durée du dépôt de l'état jurassique moyen; c'est donc à cette époque qu'il faut rapporter la venue de la plupart de ces masses anormales que l'on avait d'abord rangées dans le terrain primitif, et qui constituent plusieurs des hautes sommités des Alpes.

Terrain néocomien.

L'étage du calcaire à Annélides se termine quelquefois par des conglomérats qui offrent des fragments réunis par un ciment calcaire, montagne de Morgon, du Pouzeuc, etc., entre la Durance et l'Ubaye, le Mourrefret, et quelques autres sommets entre le Drac et la Durance. Ces conglomérats pourraient bien appartenir au terrain néocomien, qui forme la montagne de Mance sur le plateau de Bayard, entre le Drac et la Durance. Entre l'escarpement de la Rochette, formé par le calcaire à Anné-

lides, et la montagne de Mance, les cultures empêchent de voir le contact des deux groupes; mais plus à l'ouest, dans la vallée du Buech, en montant celle de l'Espervier, qui vient tomber près de la roche des Arnauds, on voit parfaitement le calcaire à Annélides recouvrir le lias à stratification concordante, et le premier, recouvert à son tour de la même manière par le terrain néocomien (fig. 7), contenant l'*Ammonites Astierianus*, le *Spatangus retusus*, l'*Ostrea Couloni*, des *Catilus*, et le *Belemnites dilatatus*. Ce terrain prend là un développement considérable, une puissance de 1000 mètres; il s'étend depuis le hameau de Matachare jusqu'au sommet du Bure en Dévoluy, où il atteint 2715 mètres au-dessus de la mer. Ce groupe présente ici trois étages: des marnes bleuâtres ou grises, toujours d'une couleur moins foncée que celles du lias, alternant avec de minces strates de calcaire marneux, des strates de calcaire marneux séparés par de minces lits de marne: c'est dans cette partie que les fossiles sont le plus abondants; enfin une puissante masse de calcaire compacte jaunâtre lithographique, divisée en gros strates, dans laquelle je n'ai rencontré qu'une petite ostracée et des Orbitolites. Le terrain néocomien recouvre l'étage jurassique moyen, toujours à stratification concordante dans toutes les montagnes de la rive droite de la Durance, entre celles de Céuze et de Lure, et se retrouve sur tout le pied méridional de cette dernière, avec de nombreux restes organiques, plongeant vers le sud pour aller s'enfoncer sous le diluvium de la vallée de la Durance et le terrain tertiaire de Forcalquier. Après Sisteron, sur la rive gauche de la même rivière, il se montre au pied de la montagne de la Beaume, où il forme des collines dans lesquelles les strates, plongeant toujours vers le sud, vont disparaître sous le terrain miocène de la Bléonne.

Dans ma note sur les Alpes dauphinoises citées plus haut, j'ai dit que tout le grand escarpement du Vercors, formant le versant ouest de la vallée de la Gresse, sous lequel on voit s'enfoncer les calcaires à Bélemnites, présente deux étages: l'inférieur, composé d'une alternance régulière de strates presque d'égale épaisseur, d'un calcaire marneux et de marnes bleuâtres, caractérisé par l'*Exogyra sinuata* et le *Spatangus retusus*; le second, d'une assise d'un calcaire jaunâtre, en strates irréguliers, d'une puissance qui dépasse 500 mètres, et dans lequel j'ai trouvé des Orbitolites et le *Belemnites semicanaliculatus*. Alors je n'avais pas pu voir la superposition immédiate du terrain néocomien sur l'étage jurassique.

Aux environs de Castellanne et de Taulanne, le terrain néoco-

mien, caractérisé par de nombreux fossiles, recouvre l'étage jurassique moyen en stratification concordante; il remonte ensuite la vallée du Verdon jusqu'au delà de Thorame haute, où il constitue la partie supérieure des montagnes qui dominent ce village, au nord Charmatte, et au sud Cordeuil, qui s'élèvent jusqu'à 2118 mètres au-dessus de la mer. Là, les calcaires néocomiens se divisent en plaquettes sonores, qui couvrent les plateaux et forment sur les pentes des talus de pierrailles sur lesquels on descend très difficilement. J'ai trouvé dans ces plaquettes le *Spatangus retusus*, l'*Ammonites Astierianus*, deux autres Ammonites tuberculeuses, non encore nommées, des *Catilus*, des polypiers, etc. Le terrain à plaquettes (néocomien), avec les fossiles précédents, et reposant toujours à stratification concordante sur les calcaires jurassiques, se trouve sur la rive gauche du Verdon, au mont de Rente, qui domine la colle Saint-Michel; il s'étend de là jusqu'auprès d'Annot, où il doit s'enfoncer sous le terrain nummulitique; mais je ne l'ai pas suivi jusque là.

Bien qu'il existe ici un grand hiatus géologique entre les étages jurassique moyen et néocomien, puisqu'ils sont en contact, je n'ai remarqué aucune différence entre les stratifications qui m'ont toujours paru concorder parfaitement.

Par les diverses communications que M. le professeur Lory lui a faites, la Société sait que les divers étages crétacés se retrouvent dans les Alpes dauphinoises, surtout aux environs de Grenoble, au-dessus du terrain néocomien, intimement liés et parfaitement concordant avec lui. Nos Alpes présenteraient donc six groupes des formations secondaires : le lias, les grès supra-liasiques, l'oolite inférieure, l'étage moyen jurassique, le terrain néocomien et le terrain crétacé, formant une série parfaitement régulière, dans laquelle les rares discordances de stratification ne sont que des accidents locaux (fig. 10).

L'étage jurassique moyen est de beaucoup le plus développé dans les Alpes, soit à l'état calcaire, soit à l'état de schistes talqueux, talcschistes, micaschistes, et gneiss même.

Presque toutes les masses calcaires qui constituent les hauts sommets et les plateaux élevés lui appartiennent : c'est l'ancien calcaire alpin de M. de Humboldt, qu'on a rangé longtemps au-dessous du trias, tandis qu'il se trouve réellement au-dessus du lias. Quant aux terrains néocomien et crétacé, ils ne se montrent en masses plus ou moins étendues, que sur les montagnes des versants sud et ouest : je ne les ai jamais rencontrés dans la partie centrale de la chaîne, où se trouvent les plus hautes montagnes.

Terrain nummulitique.

Au pont de Colmars, dans la vallée du Verdon, un calcaire marneux bleuâtre, offrant une stratification irrégulière, et se divisant en gros fragments ellipsoïdaux, irrégulièrement schistoïdes, recouvre les marnes du lias à stratification discordante. Il y a une si grande analogie entre les deux roches qui sont en contact près de la fontaine intermittente, qu'elles sont faciles à confondre ; mais le lias se divise là, et dans toute la vallée du Verdon, en petits prismes rhomboïdaux, souvent assez longs, tandis que le calcaire marneux supérieur n'offre jamais cette structure ; il se divise en fragments irréguliers de grandeur variable, toujours plus ou moins schistoïdes. Celui-ci contient des Nummulites, des Cérites, des Natices, des Cyprines, des Peignes, des Turbinolies, des Operculines, etc., fossiles de l'époque tertiaire dont il n'existe aucune trace dans les roches du lias. Ce calcaire marneux est recouvert par un grès quartzeux très dur, passant au macigno, sur lequel est bâti le fort de Savoie, et qui forme tout le sommet de la montagne de la Gardette, dominant Colmars au nord-ouest. Ici, de fortes dislocations empêchent de saisir les rapports de stratification entre les deux espèces de roches.

Sur la rive gauche du Verdon, à l'entrée de la vallée de la Sence, que suit le chemin conduisant au sommet du grand Coyer, la partie inférieure des escarpements présente le lias en strates peu inclinés vers le S.-E., recouvert par les calcaires compactes, avec Annélides, dont la puissance ne dépasse guère 20 mètres. Sur ceux-ci, on voit çà et là des plaques et de petits amas d'un calcaire brun très dur, même un peu cristallin, rempli de Nummulites. Ces plaques s'enfoncent sous des talus d'un calcaire marneux, identique avec celui du Pont et contenant les mêmes fossiles. Ces talus sont couronnés par des macignos passant au grès quartzeux, et dans lesquels on trouve encore des Nummulites. En avançant dans la vallée, le calcaire à Nummulites se développe de plus en plus : il forme bientôt un étage de plus de 50 mètres de puissance, irrégulièrement stratifié, qui offre la division en gros blocs ellipsoïdaux. Les strates sont parallèles à ceux du calcaire à Annélides, qu'ils recouvrent. On remarque cependant ici une séparation marquée entre les deux groupes : c'est une ligne ondulée, parallèle à la stratification (fig. 8), qui montre au-dessous d'elle la surface du calcaire jurassique corrodée, comme si elle avait été exposée, pendant un certain temps, à

l'action d'un liquide avant le dépôt du calcaire à Nummulites. Au-dessus de celui-ci, vient une masse de grès quartzeux passant au macigno, dont la puissance dépasse 300 mètres, qui forme tout le reste de l'escarpement, découpé par des fentes verticales d'une manière tellement pittoresque, qu'il offre l'aspect de ces fortifications du moyen âge flanquées de tours. Cette masse de grès présente une stratification très régulière, parallèle à celle des calcaires inférieurs, plongeant légèrement vers le S.-E. Les deux côtés de la vallée présentent les mêmes roches jusque un peu au delà du hameau de Beauregard, où les calcaires jurassiques disparaissent entièrement sous le calcaire à Nummulites. Les escarpements de grès arrivent ensuite jusqu'au fond de la vallée dans laquelle on voit çà et là des monticules de calcaire marneux à Nummulites. Au-dessus des escarpements, le grès est recouvert à stratification concordante par une puissante assise de schistes argilo-calcaires brunâtres, contenant des strates d'un macigno schistoïde micacé, passant çà et là au grès quartzeux, et qui ne m'a présenté d'autres restes organiques que des fucoides se croisant dans tous les sens, très nombreux sur certains points. Ce troisième étage a pris un grand développement sur la frontière du Piémont, où il forme une grande partie des sommets qui atteignent jusqu'à 2700 mètres d'altitude, depuis le lac d'Allos jusqu'à la vallée du Var, limite de mes observations. Le troisième étage du terrain à Nummulites offre de grandes analogies pétrographiques avec les roches qui constituent la plus grande masse de l'Apennin, contenant en outre les mêmes fucoides, et qu'on avait rapportées, bien à tort, au terrain crétacé. Plusieurs grands sommets, le grand Coyer (2700 mètres), Laupou, etc., et crêtes élevées, sont cependant encore formés par le grès quartzeux, sans être recouverts par les roches marneuses à fucoides.

C'est dans le quadrilatère, compris entre la vallée du Chadoulin, qui descend du lac d'Allos dans celle du Verdon, la frontière, la vallée du Verdon et celle du Var, que le terrain à Nummulites a pris son plus grand développement, dans toute la portion des Alpes située au sud de la vallée de la Guisanne; sur un grand nombre de points, les trois étages y sont très bien développés, toujours parfaitement concordants et intimement liés entre eux. Dans le Rameau qui borde la rive droite du Verdon, depuis le beau massif des Trois-Évêchés, au nord d'Allos, jusqu'à celui de Chamatte, au-dessous de Colmars, les grès à Nummulites, surmontés çà et là par l'étage à fucoides, forment plusieurs sommets et plateaux, rocher de Rognous, le Tapy, la Gardette, etc.; mais

ensuite il disparaît complètement. Au lac d'Allos, le calcaire à Nummulites, surmonté par les grès, recouvre les calcaires à Annélides tout le long de la frontière, et forme les rochers si remarquables qui environnent le lac, connus sous le nom de *Tours*. Ici se présente un fait qu'il faut signaler : les grès à Nummulites bordant le lac au nord, et que l'on voit parfaitement reposer sur les calcaires à Annélides de la frontière, sont tellement analogues à ceux qui se trouvent à quelques centaines de mètres plus loin, à la base du mont Pelat, recouverts par les mêmes calcaires, qu'il est très facile de les confondre et qu'on les a souvent confondus. Du sommet du mont Pelat, on voit les grès à Nummulites se prolonger vers le N.-E., en Piémont, en formant plusieurs crêtes et sommets de 3000 mètres d'altitude ; mais du côté du nord, en France, ils ont complètement disparu, et, jusqu'à la vallée de Barcelonnette, entre le Verdon et la frontière, les sommets et les plateaux sont uniquement formés par les calcaires à Annélides, au-dessous desquels on trouve l'étage marneux du lias formant tous les talus et le fond des vallées.

Si l'on suit le chemin d'Allos à Barcelonnette, au delà du col de Chancelaye, sur la montagne de Ginette qui domine, au nord, le hameau de la Malune, on trouve un petit lambeau de calcaire à Nummulites dont de gros blocs sont tombés dans le fond de la vallée. Ici les Nummulites (*N. contorta*), accompagnées de Cérites et de Peignes, sont généralement plus grandes qu'une pièce de 50 centimes. Le lambeau nummulitique, qui n'a ici que 200 à 300 mètres d'étendue, forme un chapeau posé transgressivement sur les tranches du lias.

Dans aucune des montagnes qui environnent la belle vallée de Barcelonnette, je n'ai retrouvé le terrain à Nummulites, non plus que dans celles qui encaissent la vallée de l'Ubaye, de Jausiers à la frontière. Mais il reparait dans celle de l'Ubayette, où il borde à droite et à gauche, toute la portion nommée vallon du Lauzanier. Là, ce terrain présente les trois étages que nous avons décrits plus haut, caractérisés par les mêmes restes organiques très nombreux ; mais c'est l'étage moyen, celui des grès et macignos, qui est le plus développé. Autour du lac, les grès plongeant fortement vers le nord, recouvrent les calcaires marneux à Nummulites qui n'ont pas toujours 20 mètres de puissance. Au-dessus et à l'est du lac, ceux-ci recouvrent directement le calcaire compacte à Annélides, à stratification concordante ; il y a même liaison entre les deux groupes : sur le dernier strate jurassique on trouve des plaques un peu plus foncées en couleur, remplies de Nummulites telle-

ment adhérentes, qu'on ne peut les enlever souvent qu'avec une partie du calcaire inférieur ; mais celui-ci ne contient jamais de Nummulites. On retrouve ici avec ces coquilles tous les autres fossiles dont nous donnons plus bas la liste.

De la vallée de l'Ubayette jusqu'au mont Viso, je n'ai trouvé aucune trace du terrain nummulitique. Cette vallée paraît être sa limite nord, car de là jusqu'au mont Blanc, la carte géologique de la France n'en indique point.

En descendant la vallée de l'Ubaye, au-dessous de Barcelonnette, on le retrouve à la montagne du fort Saint-Vincent, où les roches arénacées de l'étage moyen prennent un assez grand développement. Je ne l'ai pas reconnu dans le massif montagneux compris entre l'Ubaye, la vallée du Guil et celle de la Durance, qui est presque entièrement teintée en jaune dans la carte géologique. Il est vrai que je n'ai visité qu'une partie des sommets de ces massifs. Ceux-ci sont formés par les calcaires à Annélides, au-dessous desquels se montrent très souvent les grès anthracifères, et tous ceux sur lesquels je ne suis pas allé m'ont paru constitués de la même manière. Il en est de même pour le grand massif compris entre la vallée de la Durance et celle du Drac, dont j'ai visité la plus grande partie des sommets ; là je n'ai encore trouvé que le calcaire à Annélides, tantôt compacte ou schistoïde, tantôt tellement cristallin, que c'est un véritable marbre, dont la couleur varie du blanc pur au gris noirâtre veiné, en passant par le rose panaché, et reposant çà et là sur les grès anthracifères, dont la puissance dépasse quelquefois 200 mètres, et que les auteurs de la carte géologique ont dû confondre avec les grès à Nummulites.

A l'ouest et au pied de ce massif, à la montagne de Faudon, il existe, sur une petite étendue au-dessous de la tour Saint-Philippe, un lambeau du terrain nummulitique, reposant directement, et en discordance, sur les marnes du lias et peut-être aussi sur le calcaire jurassique. Ce lambeau se compose de calcaires grossiers remplis de petites Nummulites, de Cérîtes, de Natices, etc., recouverts çà et là par des grès quartzeux passant au macigno, dans lesquels les coquilles sont rares, mais qui présentent cependant encore des Nummulites. Ce lambeau est si disloqué, que ces roches paraissent souvent mêlées à celles du lias.

A 8 kilomètres de là, sur le versant nord de la vallée du Drac, le terrain nummulitique a pris un très grand développement dans le massif de Chaillol-le-Viel. Toute la base de cette belle montagne est formée par l'étage marneux du lias, surmonté par des grès quartzeux, passant au psammite, qui sont recouverts par les

calcaires compactes à Annélides. Dans ceux-ci, j'ai trouvé l'*Ammonites plicatilis* à la montagne de Soleil-Biou, où le calcaire se trouve recouvert par les roches nummulitiques. C'est à la montagne de Corbière, à l'est de Pont-du-Fossé, à l'entrée de la vallée de Champoléon, que les rapports entre les terrains jurassique et nummulitique sont le plus faciles à observer (fig. 9). L'étage marneux du lias qui forme la base de la montagne est recouvert par trois ou quatre strates de grès quartzeux psammitique, parfaitement concordants et intimement liés avec lui; sur ceux-ci vient une masse de 10 à 15 mètres de puissance, mal stratifiée, mais concordante avec les deux premières, de calcaire à Annélides; celle-ci est recouverte, d'une manière concordante, par le calcaire marneux à Nummulites, Cérîtes, Dentales, Natices, Turbinolies, etc., qui se divise encore ici en gros fragments ellipsoïdaux. Ce dernier est collé sur le calcaire jurassique, bien que l'œil distingue une fissure irrégulière entre eux tout le long de l'escarpement. Ces fossiles sont ici très abondants. Cette masse calcaréomarneuse, qui n'a pas plus de 20 mètres d'épaisseur, est recouverte, à stratification concordante, par les grès quartzeux, passant au macigno, qui vont buter contre le calcaire jurassique formant la grande masse de la montagne, et dont les débris viennent recouvrir le grès nummulitique.

En se dirigeant du côté de Saint-Bonnet et suivant l'escarpement de Chaillol, dans le lit de plusieurs ravins, on voit les calcaires jurassiques recouverts par ceux à Nummulites et souvent d'une manière sensiblement concordante. Sur la pente sud de la montagne de Soleil-Biou, dont nous avons déjà parlé, on voit l'étage marneux du lias recouvert d'une manière concordante par une assise de psammite passant au macigno, sans fossiles, qui va s'enfoncer sous un escarpement de calcaire compacte, dans lequel j'ai trouvé l'*Ammonites plicatilis*. Le sommet de cet escarpement est formé par un macigno marneux rempli de Cérîtes, de Turbinolies, etc. Toute la partie supérieure du massif de Chaillol-le-Viel paraît formée par une masse arénacée, souvent schistoïde, grès, macigno, etc., appartenant au terrain nummulitique, puisqu'on les voit reposer en plusieurs points sur les calcaires grossiers remplis de Nummulites, de Cérîtes, de Turbinolies, etc. La stratification de cette masse arénacée est généralement peu inclinée; sur quelques points seulement elle présente des plis, des contournements et des fractures qui ne se propagent pas sur une grande étendue. Sur la pente occidentale, au-dessous du sommet de Chaillol-le-Viel, on voit les roches nummulitiques recouvrir d'une

manière concordante, mais sans liaison, des schistes talqueux qu'on peut suivre en descendant cette pente et voir passer d'une manière continue aux marnes schisteuses du lias qui sont au-dessous. A Chaillol, le terrain nummulitique présente un grès moucheté, macigno, avec mouchetures brunes, que je n'ai trouvé que dans cette localité, et qui est employé comme pierre de taille dans toute la contrée. Sur quelques points, et principalement aux environs de la crête de la Cavale, ce grès moucheté paraît s'enfoncer sous le calcaire jurassique moyen, ce qui m'avait fait croire, en 1851, qu'il faisait partie de l'assise arénacée inférieure à ce calcaire, terrain anthracifère. Mais cette année, 1854, ayant de nouveau visité cette curieuse montagne de Chaillol-le-Viel, j'ai parfaitement reconnu que le grès moucheté formait une assise du terrain nummulitique. En remontant le torrent des combes creusé dans l'étage marneux du lias, dont les parties supérieures, très schisteuses, sont remplies de Posidonies, on trouve, au pied de l'escarpement dans lequel M. Martin a percé une galerie dans l'espoir d'arriver à la découverte d'une mine de charbon, parce qu'il se trouve là, entre les strates du calcaire nummulitique, deux ou trois petites veines charbonneuses de 0^m,4 d'épaisseur fort irrégulière, on trouve, dis-je, une grosse masse de calcaire compacte, jurassique, de 12 à 15 mètres de puissance, qui repose sur les schistes à Posidonies. Au-dessus de cette masse, et dans un grand état de bouleversement, existe un conglomérat grossier, formé de gros fragments de gneiss, de schistes talqueux et micacés, de calcaire jurassique, etc., réunis par un ciment de macigno rougeâtre ou brun, dans lequel je n'ai pu découvrir aucune trace de restes organiques. Ce même conglomérat se prolonge fort loin du côté de l'ouest, en formant la base du système nummulitique. Vers la partie supérieure, il passe par des macignos gris à un calcaire grossier noirâtre, rempli de Cérîtes, de Natices, avec quelques bivalves, régulièrement stratifié, et dont les strates paraissent horizontaux (1). Après le calcaire, viennent des macignos noirs, remplis des mêmes coquilles, dans lesquels se trouve creusée la galerie dont nous venons de parler. Vers le haut, ces dernières roches passent insensiblement à un macigno plus dur et plus quartzeux, contenant les petites Nummulites de Faudon, des Natices et beaucoup de fragments de coquilles. En continuant à monter, on voit le macigno quartzeux passer de nouveau au cal-

(1) Voyez la coupe et les détails de cette localité donnés par M. Lory, *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 48 et suivantes.

caire grossier rempli de Nummulites et de polypiers. Celui-ci est bientôt recouvert par un macigno gris, à grains fins, avec lequel il se lie intimement, et qui paraît dépourvu de fossiles. Ce dernier passe au grès moucheté, qui forme toute la partie supérieure de l'escarpement, dans lequel il acquiert une puissance considérable. Je n'ai point trouvé de fossiles dans cette dernière roche. Après le grès moucheté on trouve des macignos schistoïdes de couleurs claires, très fracturés à la partie supérieure, sur lesquels on marche jusqu'au pied du pic de Chaillol-le-Viel, formé de roches cristallines, gneiss, micaschistes, talcschistes, traversés par de nombreux filons de quartz, qui s'élève à 3160 mètres au-dessus du niveau de la mer : les macignos schistoïdes contiennent des fucoides. Nos trois étages du terrain nummulitique existeraient donc dans le massif de Chaillol ; mais ils ne sont pas aussi tranchés que dans les montagnes du Lauzanier et celles qui bordent, à l'est, la vallée du Verdon.

Depuis le ravin des Infornas, à l'ouest, jusqu'à la vallée de Champoléon, à l'est, dans une épaisseur de près de 1400 mètres, de 1400 à 2800 mètres d'altitude, à l'exception du sommet et de plusieurs masses de calcaire jurassique moyen, qui sortent du terrain nummulitique, dans la région orientale, la partie supérieure du massif de Chaillol-le-Viel est constituée par le terrain nummulitique, composé comme nous venons de le dire, et reposant tantôt sur le calcaire jurassique moyen, à stratification sensiblement concordante, tantôt sur les schistes du lias et sur les schistes cristallins, à stratification discordante ; il forme là un ensemble limité de toute part, qui fait naturellement naître l'idée d'un ancien bassin très profond, qui se trouve aujourd'hui remplacé par une montagne élevée de 3160 mètres au-dessus du niveau de la mer, et de 2160 mètres au-dessus de celui des eaux du Drac, qui en baigne le pied. Au pied du sommet de Chaillol-le-Viel, et venant buter contre les roches cristallines, vers 2800 mètres d'altitude, il existe plusieurs gros strates, d'un calcaire noirâtre, rempli de fragments de coquilles et de très grandes Huîtres, que j'avais d'abord cru appartenir à l'étage crétacé supérieur. M. Lory, tome XII, page 26, dit y avoir reconnu de petites Nummulites et beaucoup d'autres foraminifères dont les formes sont toutes tertiaires ; de plus, il a suivi ces mêmes couches jusque dans le vallon de Touron, où elles sont remplies de Nummulites, et recouvertes par une puissante masse de macignos, comme au sud de la montagne. Les couches du calcaire à grandes Huîtres qui gisent au-dessous du sommet de Chaillol sont aussi recouvertes en stratifi-

cation concordante par les macignos nummulitiques. Nous trouvons donc ici les couches de calcaire à Nummulites à une altitude de 2800 mètres, et dans l'escarpement de la montagne de Corbière, décrit plus haut, elles descendent à 1200 mètres, ce qui donne une différence de niveau de 1600 mètres entre les deux parties d'une même assise, qui a dû être déposée sensiblement au même niveau. La vallée du Verdon nous offre de pareilles dislocations : le calcaire à Nummulites se trouve près de Colmars, à 1300 mètres d'altitude, et au lac d'Allos, un peu plus au nord, il est à 2350 mètres ; au Lauzanier il atteint une altitude de 2700 mètres. Ces faits prouvent qu'un grand bouleversement a eu lieu dans nos Alpes après le dépôt du terrain nummulitique, qui a dû commencer sur des surfaces qui n'étaient pas alors à plus de 1300 mètres au-dessus du niveau actuel de la Méditerranée.

Les restes d'animaux marins que renferme ce terrain sont généralement beaucoup plus abondants dans le premier étage que dans le second ; bien qu'ils ne se trouvent pas également distribués de haut en bas, je ne crois pas qu'il soit possible d'établir des niveaux particuliers à un certain nombre d'espèces, comme l'ont prétendu quelques géologues. Les Nummulites sont généralement très nombreuses dans les parties inférieures (Faudon, montagne de Corbière, vallée de la Sence, le Lauzanier, etc.) où elles se trouvent mélangées avec les Cérites, les Natices et les polypiers ; mais elles se retrouvent en plus ou moins grande abondance jusqu'à l'étage des fucoides (M. Lory, mémoire cité, page 22). On ne peut donc voir dans cet ensemble qu'une seule formation, composée de trois étages, qui ne se distinguent pas toujours les uns des autres (Montagne de Chaillol). Voici la liste des fossiles :

Nummulites contorta, *N. striata*, *Dentalium substratum*, *Conus stromboides*, *Fusus subcarinatus*, *F. Noe*, *Cerithium plicatum*, *C. Bonelli*, *C. crenulatum*, *C. costellini*, *C. elegans*, *C. diaboli*, *C. Cordieri*, *C. semi-granulosum*, *Mitra cancellina*, *Melania costellata*, *Natica intermedia*, *N. labellata*, *Cyrena cuneiformis*, *C. convexa*, *Cardium granulosum*, *Cytherea Vilanovæ*, grandes Huîtres, polypiers, *Madrepora*, *Oculina*, *Caryophyllia*, *Astrea geometrica*, *A. brevissima*, *Turbinolia brevis*, *T. semi-striata*, *T. irregularis*. Les fucoides du troisième étage peuvent se rapporter aux *Fucoides Targioni* et *intricatus*, que M. Ad. Brongniart regarde comme propres aux dépôts antérieurs à la craie blanche (1) ; et en Savoie, les couches à Nummulites, inférieures au calcaire à fucoides,

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. X, p. 47.

reposent directement sur un calcaire argileux, compacte, contenant l'*Ananchytes ovata* et la *Belemnitella mucronata* ; ajoutons à cela que la liste des coquilles et des polypiers que nous venons de donner rapproche le terrain nummulitique des Alpes du terrain éocène.

Le gisement de ce terrain, dans des espaces circonscrits, souvent peu étendus, comme à Chaillol, au Lauzanier, à la montagne Saint-Vincent, et même sur la rive gauche du Verdon, où il a pris son plus grand développement, séparés les uns des autres par de grandes masses de calcaires jurassiques, annonce son dépôt, par bassins séparés, à la manière des terrains tertiaires : sa puissance est si considérable, qu'on ne peut admettre qu'il ait été détruit dans tous les espaces occupés par le terrain jurassique qui sépare les divers dépôts nummulitiques les uns des autres. Sur le sommet des montagnes, comme dans le fond et sur les pentes des vallées, je n'ai jamais vu le terrain nummulitique recouvert par aucun dépôt stratifié, et cependant, comme nous allons le dire, les étages miocène et pliocène réunis, occupent de grands espaces au pied des versants occidentaux et méridionaux de nos Alpes. Un soulèvement considérable a donc eu lieu dans ces montagnes entre les dépôts des étages éocène et miocène de la grande époque tertiaire.

Terrains miocène et pliocène.

Le terrain miocène, généralement composé de deux étages, marnes bleuâtres, servant de base à des macignos et calcaires grossiers, caractérisés par un grand nombre de fossiles parfaitement conservés, a pris un très grand développement au pied occidental des Alpes dauphinoises (1), depuis Moirans, au coude de l'Isère, jusqu'à Montélimart, d'où il s'étend ensuite jusque sur les côtes de la Méditerranée : on en trouve des lambeaux plus ou moins étendus, dans la grande vallée du Vercors, dans celles du Dévoluy, du Drac et de la Durance ; c'est le terrain de mollasse de plusieurs géologues. Dans toutes ces localités, il est recouvert par le terrain pliocène, avec lequel je l'ai toujours vu intimement lié.

Dans les vallées de la Durance et de la Bléonne, entre Sisteron et Digne, le terrain miocène, recouvert à stratification concordante par le pliocène, a pris un assez grand développement. La

(1) Voyez la *Carte géologique de la France*.

partie inférieure de ce massif est composée de marnes bigarrées, bleuâtres, rouges, jaunâtres, avec des strates subordonnés de macignos rouges et gris, plus ou moins solides, et donnant souvent une excellente pierre de taille, entre Digne et Malijay. Ces strates de macigno contiennent souvent des cailloux roulés et passent à des poudingues, souvent assez durs pour être polis. Dans la partie supérieure du terrain, ces poudingues prennent souvent une grande puissance et forment alors l'étage pliocène. Les strates de poudingues sont généralement séparés par des couches de marnes irrégulières.

Entre Digne et Malijay, au nord de la Bléonne, l'étage pliocène forme des montagnes, le Rupt, Vumeuse, etc., qui s'élèvent jusqu'à 1430 mètres au-dessus de la mer, ou de 1000 mètres au-dessus des eaux de la Durance, qui baigne leur pied. Dans le lit de la Durance et celui de Vançon, son affluent, les marnes bigarrées, plongeant vers le N.-E. sous un angle qui ne dépasse guère 15°, recouvrent d'une manière généralement concordante les marnes bleues du terrain néocomien, mais d'une manière discordante le lias et les calcaires jurassiques, toutes les fois qu'elles se trouvent en contact avec eux.

Ce massif tertiaire, conservant toujours la même position et finissant par contenir de nombreux restes organiques, qui ne permettent aucun doute sur sa position dans la série géologique, s'étend, sans interruption, depuis le pied des Alpes, où son altitude atteint 1430 mètres, jusque sur les côtes de la Méditerranée, en formant les collines de la Provence, souvent si remarquables par leurs teintes variées.

Dans la partie supérieure de la vallée de la Durance, des lambeaux du terrain pliocène se trouvent à Embrun et à Mont-Dauphin jusqu'à 1050 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui prouve que la mer pliocène a dû pénétrer fort avant dans les vallées de nos Alpes après le grand soulèvement du terrain nummulitique.

Terrain diluvien.

Dans les vallées de la Durance, du Drac, de la Bléonne, etc., les poudingues pliocènes, en strates plus ou moins inclinés, sont quelquefois recouverts par des couches horizontales, par des amas, mal ou même non stratifiés, de cailloux roulés, souvent agglutinés par un ciment calcaire, contenant des lits de sables et de graviers semblables à ceux que les rivières forment encore maintenant,

sur la route entre la Mure et Corps, aux environs de Sisteron, de Château-Arnoux, etc. Ces dépôts s'élèvent jusqu'à 80 mètres au-dessus de l'étiage actuel des rivières, et se trouvent aussi à quelques mètres seulement au-dessus.

En cheminant le long du cours de la Durance, puis le long de celui du Rhône, on suit ces mêmes dépôts de cailloux roulés jusqu'à la grande plaine de la Crau, dont ils forment le sol. Dans la vallée de la Bléonne, où il n'existe que des calcaires et des marnes, les cailloux sont calcaires et proviennent presque tous des calcaires jurassiques et néocomiens, plus solides que ceux du lias. Mais dans celles du Drac et de la Durance, où il existe beaucoup de roches cristallines en place, les cailloux appartiennent généralement à ces roches : granite, gneiss, diorite, protogine, ophiolite, ophalce, micaschiste, talcschiste, etc.

Les eaux qui ont charrié cette grande quantité de débris, durant l'époque qui a immédiatement précédé l'ordre actuel des choses, se sont certainement élevées à plus de 80 mètres au-dessus de l'étiage actuel des rivières ; elles ont dû partir du centre des Alpes pour se rendre dans la mer, qui couvrirait certainement alors la plaine de la Crau. On sait que les versants italiques présentent aussi les mêmes phénomènes diluviens, d'où il suit que les forces qui ont produit ces phénomènes, développés sur une si grande échelle, provenaient certainement du centre des Alpes.

Terrains glaciaires.

Un autre genre de dépôts de transport extrêmement remarquable se rencontre çà et là sur les versants et le fond des vallées : je veux parler de ceux des anciens glaciers. Il en existe sur plusieurs points de la vallée de la Luye, qui passe à Gap, et dans celles de la Durance et du Drac, comme je l'ai montré dans un *Mémoire* présenté à l'Académie en 1852, et publié dans le *Bulletin de la Société* (1) ; depuis, j'en ai reconnu dans la vallée de la Blanche et dans celle de la Bléonne, au-dessus de Digne, à Maure, à Saint-Paul, Pompiéri, etc., entre Digne et Brusquet, dans le haut de la vallée du Verdon qui est dominée par des sommets de 3050 mètres d'altitude. Partout les anciennes moraines recouvrent immédiatement, et d'une manière discordante, les dépôts diluviens, dont les anciens glaciers ont souvent poli et strié les roches en passant dessus, comme il a été dit dans le *Mémoire* cité plus haut.

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. X, p. 424.

Un fait sur lequel je ne saurais trop insister, c'est que les dépôts glaciaires ne se rencontrent que sur quelques points seulement, et non dans toutes les vallées dans lesquelles il y aurait certainement dû avoir des glaciers fort étendus, si dans la série des phénomènes géologiques il se fût jamais produit une époque glaciaire, comme le prétendent certains géologues.

Dépôts modernes.

Dans des montagnes aussi élevées que les Alpes, et dans lesquelles les roches constituantes présentent une immense quantité de fentes et de fissures, les causes actuellement agissantes, émanations de l'intérieur de la terre, passage et infiltration des eaux pluviales, séjour prolongé des neiges sur les pentes et les sommets, action de la pesanteur, variations de température, etc., doivent produire une quantité de phénomènes curieux, et dont l'étude est de la plus haute importance pour la géologie et l'agriculture. Ces phénomènes sont tellement nombreux et si variés, et leur étude exige chez l'observateur des connaissances si différentes, si étendues et l'emploi de tant d'années que les capacités et la vie d'un seul homme ne sauraient y suffire. Des savants du premier ordre, les Saussure, les Charpentier, les Agassiz, etc., l'ont déjà beaucoup avancée, et, dans ces derniers temps, MM. les ingénieurs Surell (1) et Scipion Gras (2) ont publié, sur les dévastations des torrents et les dépôts qu'ils forment continuellement sur les pentes et le fond des vallées, des ouvrages extrêmement remarquables et de la plus haute importance pour l'avenir de la contrée.

On comprend d'après cela, que je n'entreprenne pas la description des dépôts formés, dans les Alpes, par les agents actuellement en action. J'ai parcouru pendant plusieurs années ces montagnes en exécutant des travaux géodésiques qui ne me permettaient de donner qu'une très petite partie de mon temps aux études géologiques. Je me décide à publier les observations que j'ai faites, seulement pour faire comprendre combien cette contrée est intéressante sous le rapport géologique, et pour engager nos collègues de la Société, qui ont de la force, du temps et de l'argent à dépenser, à en disposer en faveur des Alpes, encore si peu connues,

(1) *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, in-4, Paris, 1841.

(2) *Exposé d'un nouveau système de défense contre les cours d'eau torrentiels des Alpes*, in-8, Paris et Grenoble, 1850.

et dont l'étude, rigoureusement faite, amènera de grands changements dans les idées qu'on s'est faites sur la nature, la position et les relations des roches cristallines.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Des faits exposés dans ce mémoire, il résulte que les Alpes françaises présentent une série de terrains stratifiés parfaitement régulière, malgré les grandes dislocations que ces terrains ont éprouvées, depuis le massif qui a pour centre le mont Pelvoux, jusqu'aux collines de la Provence, formant les contre-forts et les rameaux par lesquels ces montagnes vont se perdre sous les eaux de la Méditerranée.

Ces terrains sont :

a. Le lias (fig. 10), caractérisé par les fossiles qui lui sont propres, occupant généralement le fond des vallées, s'élevant jusqu'à une certaine hauteur dans les pentes des montagnes, et constituant aussi plusieurs sommets très élevés. Ce terrain offre deux grands étages : 1° des calcaires plus ou moins compactes, plus ou moins cristallins, à gros strates peu inclinés, qui se montrent généralement au pied des montagnes et qui renferment sur plusieurs points la *Gryphæa arcuata*, des Ammonites, des Bélemnites, des Penta-crinites, etc. ; 2° une puissante assise calcaréo-marneuse, caractérisée par le *Belemnites unicanaliculatus*, plusieurs espèces d'Ammonites, de grandes Posidonies, etc. La silice, qui commence à se montrer dans la partie supérieure de cet étage, devient très abondante dans le groupe arénacé qui le recouvre. Aux environs de Gap, les derniers strates contiennent quelques fossiles de l'oolite inférieure : *Ammonites Humphriesianus* et de grosses Bélemnites. Sur plusieurs points, les marnes schisteuses du lias sont transformées en phyllades, schistes talqueux, talcschistes et même en roches gneissiformes. Les calcaires et les marnes sont souvent aussi changés en gypse et en karstenite, de manière à former des masses considérables, qui sont exploitées depuis longtemps.

b. Un groupe arénacé (terrain anthracifère), principalement composé de psammites passant au macigno, au poudingue, au grès et même à des quartzites, irrégulièrement développé, d'une puissance très variable, recouvre l'étage marneux du lias à stratification concordante, en se liant intimement avec lui. Dans les vallées de la Romanche, de la Guisanne, de la Durance, de l'Ubayette et du Verdon, des amas irréguliers, des veines étroites, des couches peu étendues et de puissance très variable, de charbon,

anthracite, houille plus ou moins sèche, accompagnés de schistes argileux et de conglomérats qui offrent la plus grande analogie avec ceux du véritable terrain houillier, et contiennent des végétaux qui ont été reconnus pour être les mêmes que ceux de ce terrain, avec le *Belemnites unicanaliculatus*, gisent, à plusieurs niveaux, dans ce terrain arénacé. Vers le bas, ces dépôts charbonneux pénètrent dans le lias, et, vers le haut, dans les calcaires de l'étage moyen jurassique, qui recouvrent immédiatement le lias, quand l'étage arénacé manque, ce qui arrive principalement au sud de la vallée de la Durance. Dans celui de Saint-Ours j'ai trouvé la *Terebratula tetraedra*.

c. Une puissante masse de calcaires, plus ou moins compactes, plus ou moins cristallins, devenant schistoïdes dans ses parties supérieures, qui forme la plus grande partie des hauts sommets de nos Alpes, recouvre, à stratification concordante, tantôt l'étage marneux du lias, tantôt le terrain anthracifère, en se liant intimement avec l'un et avec l'autre, par l'alternance des strates. Cette masse est caractérisée par une immense quantité de traces festonnées et de débris singuliers, que je crois devoir rapporter à la classe des Annélides, et par diverses espèces d'Ammonites, qui sont caractéristiques de l'étage jurassique moyen ; on y rencontre aussi des bivalves et quelques Bélemnites à facies jurassique. Des masses de marbres de diverses couleurs, blanc grisâtre, veinés et panachés, verts, etc., font partie de ce terrain ; ce sont des calcaires compactes transformés ; des épigénies produites principalement par l'arrivée des serpentines, du quartz et même du feldspath, au milieu des couches sédimentaires, les ont changées en schistes talqueux, en talcschistes, en schistes micacés, en protogines, en gneiss, en quartzites, en dolomies, etc. Mes observations ne me laissent aucun doute à cet égard.

d. Le terrain néocomien, parfaitement caractérisé par les fossiles qui lui sont propres, très abondants sur plusieurs points, recouvre les calcaires jurassiques à stratification concordante, mais cependant sans se lier intimement avec eux. Ce terrain s'élève, dans les Alpes, jusqu'à 2700 mètres au-dessus du niveau de la mer, montagnes du Dévoluy. Dans les contrées que j'ai explorées, je n'ai point rencontré le terrain crétacé au-dessus du terrain néocomien ; mais on sait que M. Lory a reconnu, aux environs de Grenoble, les divers étages de ce terrain, dont le plus ancien est lié aux calcaires néocomiens, qu'il recouvre, à stratification concordante, et que M. le professeur Sismonda en a cité plusieurs dans les montagnes de la Savoie.

e. Le terrain nummulitique, composé de trois étages, calcaire marneux, remplis de coquilles, polypiers et Nummulites; macignos, passant au grès, dans lesquels les fossiles sont moins abondants; marnes et macignos schistoïdes, remplis de fucoides, mais ne contenant plus de coquilles ni de Nummulites, recouvre sur plusieurs points immédiatement, d'une manière concordante, les calcaires jurassiques moyens, auxquels il se trouve quelquefois soudé, mais généralement sans se lier avec eux. Ce terrain repose aussi quelquefois sur les marnes du lias; mais alors la stratification est toujours discordante. Il doit aussi recouvrir le terrain néocomien dans la partie supérieure de la vallée du Var. En Savoie, il repose sur un calcaire argileux compacte, avec *Ananchytes ovata* et *Belemnitella mucronata*: c'est pour nous l'étage éocène. Il s'élève, dans nos Alpes, jusqu'à 2800 mètres au-dessus de la mer, et descend jusqu'à 1200 mètres dans le fond de certaines vallées, ce qui fait une différence de niveau de 1600 mètres.

f. Les étages tertiaires, miocène et pliocène réunis, ne recouvrent pas l'étage éocène, du moins dans la partie des Alpes que j'ai étudiée; ils gisent dans le fond de quelques vallées, au pied des versants méridionaux et occidentaux de la chaîne, où ils s'élèvent encore jusqu'à 1430 mètres d'altitude. Ces deux étages sont toujours intimement liés, et l'inclinaison des strates qui les composent n'est jamais considérable; ces strates sont même souvent horizontaux. Les plus grandes dislocations de la chaîne des Alpes sont donc arrivées entre les dépôts éocène et miocène, c'est-à-dire à la fin de l'un et au commencement de l'autre. Si l'on rapporte l'étage à fucoides au terrain miocène, ce terrain aurait été coupé en deux par ces grandes dislocations.

g. Dans le fond de toutes les grandes vallées, les couches pliocènes sont transgressivement recouvertes par les dépôts diluviens, que l'on peut suivre, d'une part, jusque sur le sol des plaines de la Provence, et, de l'autre, jusque dans celles de la Lombardie.

h. Des amas de débris, généralement striés, que leurs formes font bien souvent reconnaître pour d'anciennes moraines, gisent sur les flancs de quelques montagnes et dans le fond de certaines vallées, où ils recouvrent transgressivement les dépôts diluviens. On voit des roches striées dans le voisinage de ces dépôts, tout à fait semblables à celles que l'on trouve sur les flancs des vallées où existent encore actuellement des glaciers.

i. Les dépôts et tous les phénomènes dus aux causes actuelles sont nombreux dans nos Alpes; leur étude approfondie serait de la plus haute importance; mais elle ne peut être convenablement

faite que par des jeunes gens intrépides et possédant des connaissances très variées.

On peut donc conclure définitivement de tout ce que nous avons exposé dans ce mémoire, que la constitution géologique des Alpes françaises offre une série parfaitement régulière de terrains superposés dans le même ordre chronologique que dans toutes les autres contrées de l'Europe. Les restes organiques du règne animal que renferment ces terrains, étant exactement les mêmes que ceux de ces contrées, viennent confirmer la classification que nous avons établie d'après leurs rapports géologiques. Mais les débris du règne végétal nous offrent la plus monstrueuse anomalie paléontologique qu'on ait encore citée, la flore du terrain houiller se reproduisant dans des roches arénacées qui gisent entre le lias et les calcaires jurassiques. Ce fait, dont la découverte est due à M. Élie de Beaumont, est positif. Comment l'expliquer? Il y a bien d'autres choses qui passent notre intelligence dans les phénomènes naturels! On pourrait dire que les Alpes occupant la place d'une mer extrêmement profonde, à l'époque de la formation du terrain liasique, cette mer était parsemée de petites îles, dont l'atmosphère chaude et humide a permis à la végétation de l'époque carbonifère de s'y reproduire. Mais le troisième étage du terrain nummulitique se trouve rempli de deux espèces de fucoïdes, les fucoïdes *Targioni* et *intricatus*, que M. Ad. Brongniart regarde comme propres aux dépôts antérieurs à la craie blanche. Les caractères des plantes fossiles ne seraient-ils pas assez tranchés pour permettre d'en distinguer les espèces et souvent même les genres? Je suis porté à le croire. Quand j'examine attentivement les belles empreintes de fougères du terrain houiller, il me semble qu'elles offrent les plus grands rapports avec celles qui vivent encore maintenant. On sait que la végétation des îles de la zone torride nous offre des fougères arborescentes, dont les troncs sont tout à fait semblables à ceux que l'on trouve en si grande abondance dans le terrain houiller, et dont les espèces diffèrent autant des nôtres, que ces dernières diffèrent de celles de ce même terrain.

J'en demande bien pardon aux botanistes éminents auxquels nous devons la paléontologie végétale; mais, jusqu'à ce qu'il ait été démontré que je me trompe, avec M. Élie de Beaumont, dans la position que nous assignons, l'un et l'autre, au terrain carbonifère des Alpes, je croirai que les caractères des végétaux fossiles ne sont pas toujours suffisants pour différencier les espèces et souvent même les genres.

Une autre anomalie, aussi énorme que celle des végétaux, se

retrouve dans les caractères pétrographiques des roches : des gneiss, des micaschistes, des talcschistes, etc., que l'on a cru longtemps et que plusieurs géologues croient encore confinés dans la classe des roches azoïques, se montrent en grandes masses depuis le lias jusque dans le haut du terrain jurassique, et probablement jusque dans le terrain crétacé. Mes descriptions ne laissent aucun doute à cet égard, et j'invoque encore ici la puissante autorité de M. Élie de Beaumont. Je dois cependant dire, que ce géologue a déclaré, devant la Société philomatique, que, bien que d'accord avec moi sur la plupart des faits que j'exposais devant lui dans une séance de cette Société, il existe néanmoins des roches primitives dans les Alpes, principalement dans la Valorsine et aux environs du Villard d'Areine, et qu'il regarde comme primitifs aussi les noyaux du Mont-Blanc, du Mont-Cenis et du Mont-Viso.

Quant à moi, je déclare qu'il m'a été impossible de reconnaître, sur aucun point, une véritable solution de continuité entre les roches cristallines stratiformes qui constituent ces grandes masses ; elles m'ont toujours paru intimement liées les unes aux autres et résulter du métamorphisme de celles du lias, de celles de la formation arénacée qui le recouvre, et de celles de l'étage jurassique moyen. Les discordances de stratification, évidentes dans plusieurs localités, sont des accidents locaux : presque toujours, à une petite distance de là, les stratifications deviennent parfaitement concordantes, et les roches sont encore intimement liées entre elles. On ne saurait trop faire remarquer que toutes ces roches sont caractérisées par la présence de la magnésie et du quartz, substances venues de l'intérieur de la terre avec les serpentines, qui ont fait éruption pendant la durée de l'époque jurassique moyenne. Les granites eux-mêmes sont presque toujours talqueux et passent souvent à la protogine, qui passe, elle-même, partout, aux roches cristallines stratiformes. De plus, les granites, les eurites et les porphyres, pénètrent souvent, en masses transversales, en filons et en veines, dans le terrain jurassique, dont ils recouvrent les couches sur plusieurs points.

La grande éruption des masses plutoniques de nos Alpes, granites, eurites, porphyres, serpentines, etc., ne peut donc être rapportée à une époque plus ancienne que celle du terrain jurassique. Celle des spilites paraît plus moderne ; elle date probablement des dernières dislocations qu'ont éprouvées ces montagnes, postérieurement au dépôt du terrain pliocène.

C'est à l'arrivée de toutes ces roches, accompagnées d'émanations magnésiennes, siliceuses, métalliques, acides, avec du quartz

dissous dans des eaux acides, à une haute température et sous une très forte pression, au milieu des couches des terrains secondaires, qu'il faut attribuer les transformations singulières que celles-ci nous présentent, ainsi que les gîtes métallifères qu'elles contiennent, çà et là, et dont la richesse n'est jamais considérable.

Tout ce que nous avons exposé dans le cours de ce Mémoire a dû convaincre le lecteur, que les Alpes forment une des plus curieuses régions géologiques de la surface de la terre, encore fort mal connue. Mon but serait rempli, si, d'après cette considération, notre gouvernement voulait donner l'ordre aux élèves de son École des mines, qu'il fait voyager chaque année pour leur instruction, de se livrer sans relâche, sous la direction de jeunes ingénieurs, à l'étude de la constitution géologique des Alpes.

M. Élie de Beaumont reconnaît toute l'exactitude des observations faites par M. Rozet. Seulement il croit trop faibles les évaluations qu'il indique pour les diverses épaisseurs des couches. Il pense que le calcaire ellipsoïde doit former un seul étage et sans doute même une fraction d'étage.

Comme M. Rozet, il regarde les caractères fournis par les végétaux, et spécialement par les fougères, comme très fugaces et incertains. En effet, les botanistes se refusent souvent à déterminer une plante actuellement existante dont les organes de fructification sont détachés et dont on leur présente seulement les tiges et le feuillage. Or, ces parties sont souvent les seules qui nous soient restées de la flore des âges passés; encore la fossilisation a-t-elle en partie défiguré leurs caractères. Ainsi les végétaux ne permettent pas de déterminer l'âge d'une couche avec une certitude comparable à celle que pourraient offrir les dépouilles des animaux fossiles.

M. Scipion Gras répond que si les fougères ne caractérisent pas suffisamment les couches carbonifères, d'autres plantes spéciales à ces couches peuvent servir à les déterminer avec une certitude parfaite.

M. Gras rappelle qu'il a placé dans le terrain nummulitique le schiste argilo-calcaire, si abondant près d'Embrun, que M. Rozet rapporte au terrain anthracifère. Le facies minéralogique et les renseignements que lui a fournis l'étude du pro-

longement des strates l'engagent à persister dans sa première assertion.

Il refuse d'admettre l'opinion de M. Rozet au sujet des grès qui bordent la Durance. Ces grès ne dépendent pas du groupe anthracifère, mais du groupe nummulitique. En effet, si l'on suit leur prolongement à une certaine distance, on finit par y rencontrer des Nummulites. En second lieu, les macignos caractérisent le terrain nummulitique des Alpes; les psammites, au contraire, caractérisent le terrain anthracifère; or, les grès des bords de la Durance sont des macignos et non des psammites. Enfin, on n'a découvert dans ces grès aucun débris des végétaux fossiles qui, en général, sont disséminés dans les couches des terrains anthracifères.

M. Rozet répond que l'on a trouvé des fougères dans les grès des bords de la Durance. Les raisons pour lesquelles il rapporte ces grès au terrain nummulitique seront expliquées par la suite dans un travail spécial qu'il prépare sur ce terrain.

M. Scipion Gras rappelle que ses observations sur le métamorphisme dans les Alpes sont pleinement confirmées par celles de M. Rozet. Comme ce géologue, il a vu des calcaires changés en quartzites.

M. Damour prie MM. Scipion Gras et Rozet de vouloir bien expliquer la signification qu'ils attachent à l'expression calcaire changé en quartzite. Sans doute, le calcium ne se métamorphose pas en silicium, et le remplacement des combinaisons oxygénées de ces deux corps l'une par l'autre ne peut s'opérer autrement que par une épigénie.

M. Scipion Gras répond qu'il est d'accord avec M. Damour pour regarder comme un fait d'épigénie le remplacement du calcaire par du quartz.

M. Nérée Boubée pense que les marnes désignées par M. Rozet sous le nom de *marnes à chevilles* n'appartiennent pas au lias, mais au terrain de transition.

M. Rozet répond qu'il a trouvé dans les marnes à chevilles des Bélemnites et d'autres fossiles du lias.

Rectification.

Dans la séance du 15 janvier dernier M. Hébert a pré-

CARTE GÉOLOGIQUE

du terrain Anthracifère
des Alpes de la France et de la Savoie.

- N Terrain nummulitique.
- a⁴ 4^{me} étage
- a³ 3^{me} étage
- a² 2^{me} étage
- a¹ 1^{er} étage
- A Terrain anthracifère inf.^{re} la Terrasse
- G Terrain cristallisé (granite, gneiss, etc.)
- Roches cristallines du terrain anthracifère supérieur
- J Terrain jurassique normal des Alpes.



Nota: Pour ne pas charger la carte de trop de détails, on a fait abstraction des terrains de transport ainsi que des serpentines et des autres roches dites plutoniques qui abondent dans cette partie des Alpes.



Fig. 1. Coupe générale du terrain anthracifère suivant la ligne A B C D de la Carte géologique

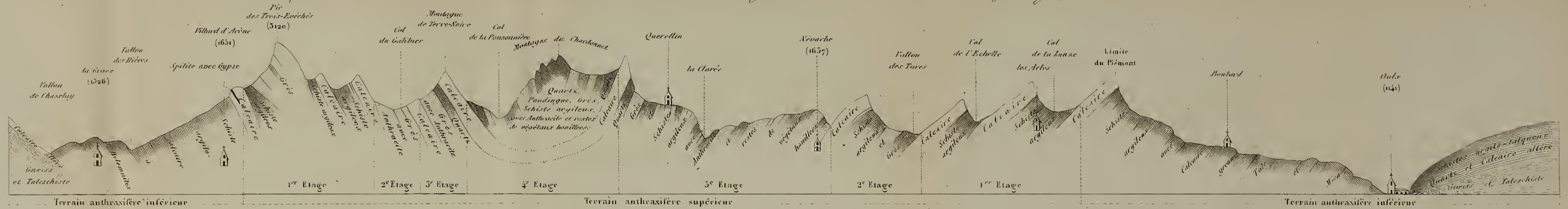


Fig. 2. Coupe de Queyras à Mont-Dauphin.



Fig. 3. Coupe du Col de Pén à Vallouise.

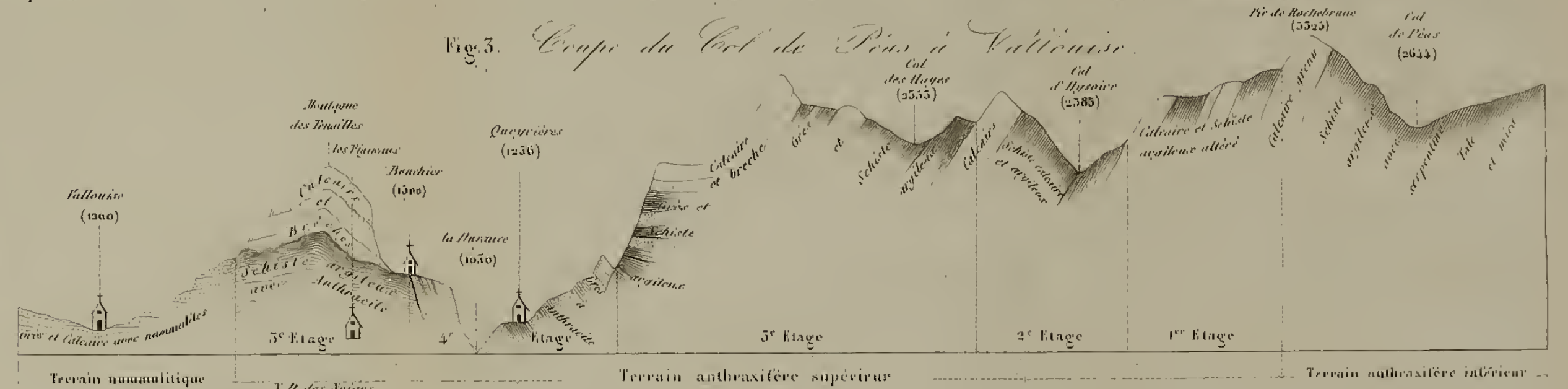


Fig. 4. Coupe du terrain anthracifère de l'Argentière.

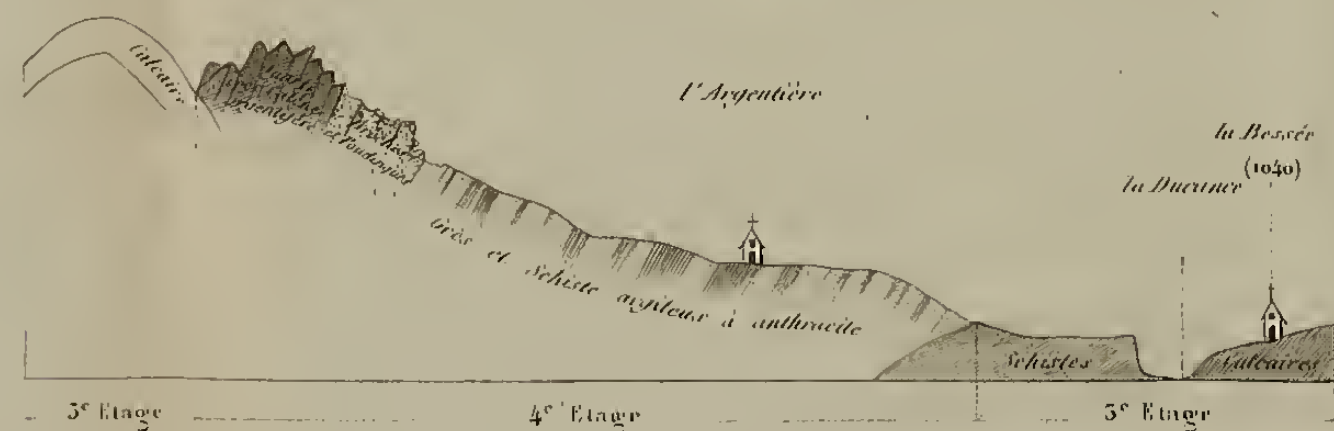
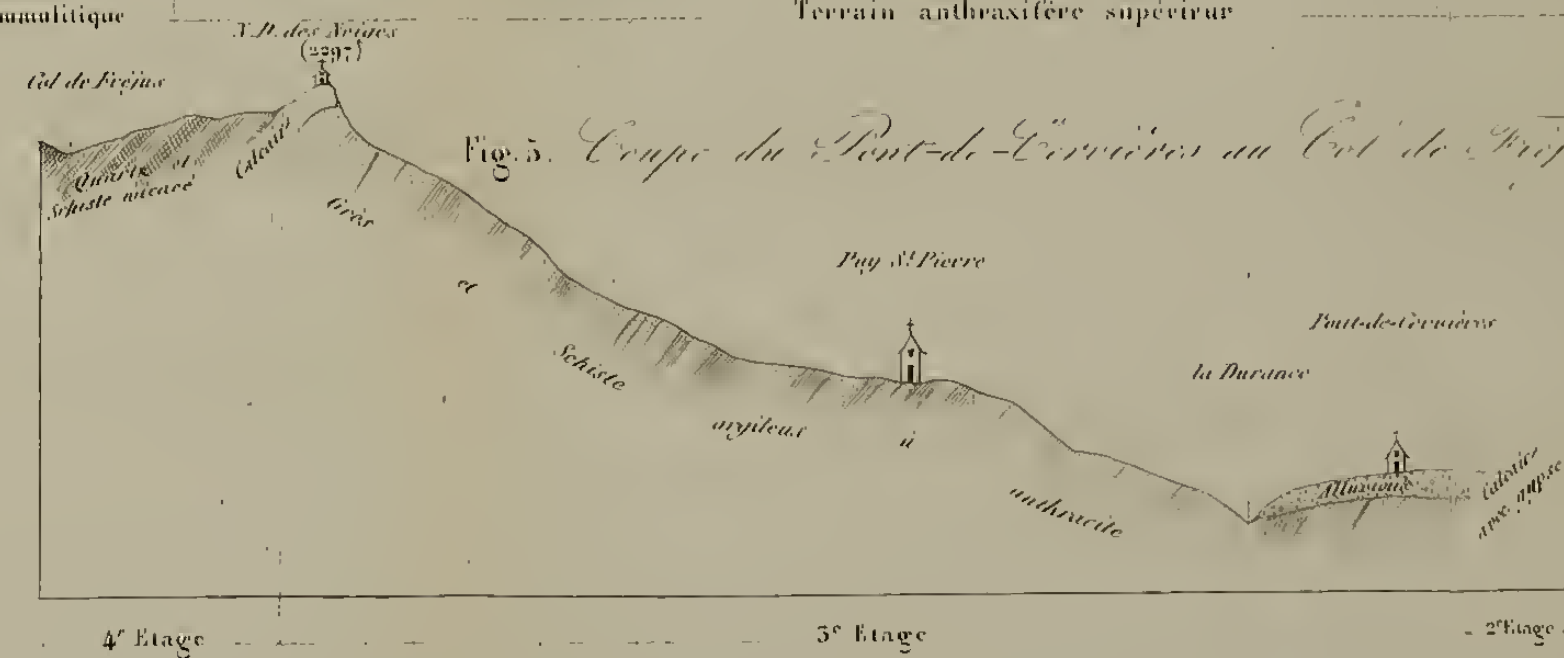


Fig. 5. Coupe du Pont-de-Cervières au Col de Frejus.



Nota. Les Coupes N^{os} 1, 2 et 3 sont à l'échelle de 50,000 pour les hauteurs, et de 125,000 pour les distances horizontales.

Les chiffres entre parenthèses expriment les altitudes.



senté, au nom du docteur Rigollot, directeur de l'École de médecine d'Amiens, décédé peu de jours auparavant, un mémoire sur des silex taillés trouvés en très grand nombre aux environs d'Amiens et d'Abbeville. — L'auteur du mémoire et beaucoup d'autres personnes dignes de foi affirment que ces silex, qui sont évidemment des vestiges de l'industrie humaine, ont été trouvés avec des ossements de *Rhinoceros tichorhinus* et d'Éléphant dans le diluvium de la vallée de la Somme. M. Hébert a visité ces localités; il a interrogé les ouvriers, soit seul, soit en compagnie de MM. Buteux et Rigollot. Partout, à Amiens ou à Abbeville, les ouvriers ont indiqué la même position comme gisement des silex taillés : l'assise à laquelle ils les attribuent fait bien partie du diluvium. Mais, comme M. Hébert n'a point lui-même trouvé ces silex en place, il ne saurait affirmer ce fait, comme semblerait le dire le procès-verbal de la séance du 15 janvier (p. 112); seulement il considère aujourd'hui cette question comme digne d'examen.

M. Scipion Gras fait la communication suivante :

Sur la constitution géologique du terrain anthracifère alpin et les différences qui le séparent du terrain jurassique,
par M. Scipion Gras.

Dans un travail inséré précédemment dans le *Bulletin de la Société* (1), nous avons fait connaître d'une manière très sommaire le terrain anthracifère des Alpes. La note actuelle a pour objet de compléter cet aperçu, soit par de nouveaux détails, soit surtout par l'addition d'une carte et de coupes géologiques propres à indiquer avec précision le nombre des étages anthracifères, leurs relations mutuelles et la manière dont ils se prolongent en France et en Savoie.

Nous rappellerons d'abord ce que l'on doit entendre par *terrain anthracifère alpin*. Nous avons donné ce nom à l'ensemble des couches de sédiment qui, dans les Alpes, renferment des dépôts d'anthracite avec restes de végétaux houillers, ou qui sont antérieures à ces dépôts. Ce terrain, ainsi défini, a une extension bien

(1) 2^e série, tome I, page 690.

plus considérable qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour; il paraît se prolonger dans toute la chaîne des Alpes et dans celle des Apennins. Observé en Savoie et dans le Briançonnais, où il est complet et très développé, il offre des caractères tellement exceptionnels, qu'on ne peut l'assimiler sans de graves objections à aucun des terrains compris dans l'échelle générale des formations. S'il se rapproche du groupe oolitique par la présence de coquilles liasiques, il s'en éloigne par le nombre et la constitution minéralogique de ses étages, et surtout par une flore toute différente. Comparé aux groupes paléozoïques auxquels il ressemble par sa flore et d'autres caractères, il en diffère par la présence de coquilles liasiques et par l'absence complète des *Productus*, des *Trilobites*, des *Orthocères* et des autres genres de fossiles caractéristiques des plus anciennes formations du globe.

Après avoir défini le terrain anthracifère, nous dirons aussi ce que nous entendons par *terrain jurassique normal des Alpes*. Ce terrain, dont nous donnerons une description succincte à la fin de cette notice, est en contact immédiat avec le système anthracifère sur un très long espace. On l'observe dans les départements des Basses-Alpes, des Hautes-Alpes, de la Drôme et de l'Isère, d'où il se prolonge en Savoie et en Suisse. Son étendue est donc aussi très considérable. Pris dans son ensemble, il ne présente aucune différence essentielle avec le groupe oolitique; par conséquent, rien ne s'oppose à ce qu'il soit identifié avec lui. C'est pour cette raison que nous l'avons désigné par l'épithète de *normal*, par opposition au système anthracifère qui, dans l'hypothèse même où il devrait être rapporté à l'époque jurassique, n'en sera pas moins toujours un terrain anormal.

Nous diviserons cette notice en deux parties : dans la première, nous exposerons les résultats auxquels nous sommes parvenu, sur le nombre, les relations mutuelles et les caractères géologiques des divers étages anthracifères; dans la seconde, nous ferons ressortir les différences qui séparent cet ensemble d'étages, soit du groupe oolitique en général, soit plus spécialement du terrain jurassique normal des Alpes. Quant aux observations nombreuses et longtemps continuées qui nous ont conduit à ces résultats, il nous serait impossible de les faire connaître ici avec des détails suffisants, sans dépasser beaucoup les limites des publications admises dans le *Bulletin*. Nous sommes donc forcé de renvoyer, pour ces détails, au Mémoire que nous avons fait paraître, il y a peu de temps, dans les *Annales des mines* (tome V, 5^e série, année 1854).

I. GROUPES QUI CONSTITUENT LE SYSTÈME ANTHRACIFÈRE;
LEURS CARACTÈRES GÉOLOGIQUES.

En nous fondant sur l'ensemble de nos observations, nous avons partagé la série totale des couches anthracifères en deux terrains principaux, à peu près d'égale épaisseur, que nous avons nommés, l'un *inférieur* et l'autre *supérieur*. Il existe entre ces deux terrains des différences notables; une des plus importantes, c'est que le premier, dont l'extension est immense, a formé les parois d'un bassin relativement beaucoup plus petit, dans l'intérieur duquel le second s'est déposé, ce qui indique deux époques géologiques bien distinctes.

Le terrain anthracifère *inférieur*, dont la puissance est énorme, est probablement susceptible de subdivisions; mais elles sont à peu près impossibles à établir, tant à cause de la ressemblance minéralogique des divers groupes de couches que de la confusion produite par leur enchevêtrement dans le sein des roches cristallisées.

Le terrain anthracifère *supérieur* est composé d'une suite alternative de couches schisteuses souvent arénacées et de calcaire grenu en grande masse, le dernier terme de la série étant un groupe de roches exclusivement arénacées. On remarque que les assises calcaires sont intimement liées aux couches arénacées sur lesquelles elles reposent, tandis qu'il n'y a aucune liaison et quelquefois même stratification discordante entre ces mêmes calcaires et les grès situés au-dessus. D'après ce fait, qui se vérifie généralement, nous avons considéré comme formant un étage distinct chaque système de grès en y joignant l'assise calcaire immédiatement supérieure, quand elle existait. Nous n'avons fait d'exception que pour les quatre premières assises, alternativement arénacées et calcaires, que nous avons cru devoir réunir en un seul groupe par suite d'une liaison spéciale qui paraissait exister entre elles. Nous avons été ainsi conduit à diviser la partie supérieure de la série anthracifère en quatre étages, que nous avons distingués par leur numéro d'ordre en allant de bas en haut.

Dans l'exposé qui va suivre, nous décrirons d'abord le terrain anthracifère supérieur en commençant par le quatrième étage, ou le plus élevé. Nous descendrons ensuite successivement jusqu'au terrain inférieur.

Terrain anthracifère supérieur.

Quatrième étage. — Le quatrième étage est une formation extrêmement remarquable par ses caractères minéralogiques et paléontologiques, surtout à raison de sa position stratigraphique à l'extrémité la plus élevée de la série anthracifère. Elle est composée exclusivement de quartz grenu ou compacte, de psammite, de grès quartzeux, de schiste argileux, de poudingue anagénite et d'autres roches que l'on rencontre habituellement dans les terrains houillers. On y observe aussi de nombreuses couches d'anthracite, des schistes talqueux et micacés, du porphyre d'origine probablement métamorphique, ainsi que des filons de plomb sulfuré, de cuivre gris et de cuivre pyriteux. Ces diverses roches ont rempli un petit bassin à parois calcaires et de forme très allongée, qui s'étend dans la direction du N.-N.-O. au S.-S.-E., depuis les chalets appelés *Granges de Moutiers*, au nord de la Ponsonnière, jusqu'à un point situé à 2 kilomètres environ au sud de l'Argentière. Sa longueur totale est de 36 kilomètres, et sa plus grande largeur de 3 kilomètres et demi environ. On n'y a découvert jusqu'à ce jour aucune trace de calcaire ni de coquilles fossiles; mais les empreintes végétales carbonifères y sont fréquentes, surtout dans le voisinage des gîtes d'anthracites, en sorte que, sous le rapport minéralogique et paléontologique, ce groupe de couches ne diffère en rien d'un vrai terrain houiller.

C'est au Chardonnet que le quatrième étage est le mieux développé et où ses relations avec l'étage immédiatement inférieur sont le plus faciles à étudier. La montagne du Chardonnet située au N.-N.-E. du Monestier est composée d'un puissant système de roches quartzeuses et arénacées qui, d'un côté, à l'ouest, s'appuient sur une assise calcaire formant la crête dentelée de Terre-Noire, et de l'autre côté, à l'est, sur une autre masse calcaire qui domine les chalets de Quéréllin. Ces deux calcaires ne sont pas seulement des équivalents géologiques; il est facile de s'assurer que l'un est le prolongement rigoureux de l'autre, en sorte que la ligne ponctuée qui les réunit dans la coupe générale (pl. IX, fig. 4) n'est pas hypothétique, elle est la conséquence immédiate d'un fait susceptible d'être constaté par l'observation. Avant d'arriver sur la ligne de faite de cette montagne, non loin d'un col par lequel on descend à Quéréllin, on trouve dans des grès et des schistes argileux beaucoup d'empreintes végétales, parmi lesquelles MM. Élie de Beaumont et Adolphe Brongniart citent les suivantes : *Calamites Suckowii*,

C. Cistii, *C. approximatus*, *C. cannaeformis*, *Sigillaria tessellata*, *S. notata*, *Lepidodendron ornatissimum*, *L. crenatum*. En suivant les grès du Chardonnet, plus au sud, nous avons recueilli nous-même, sur le chemin qui conduit du Monestier au col de Buffer, des espèces différentes des précédentes, mais non moins caractéristiques des terrains houillers, savoir : *Lepidodendron Sternbergii*, *Sigillaria Bradii*, *Stigmaria ficoides*, *Neuropteris gigantea*, *Sphenopteris latifolia*. Il faut y ajouter des *Lepidophloios* et des *Poacites* indéterminables.

Le système arénacé du Chardonnet traverse la vallée de la Guisanne, entre le Monestier et la Salle, passe par le col de Fréjus, et va constituer les environs de Prelles et de Saint-Martin-de-Queyrières, où il renferme plusieurs couches d'anthracite exploitées avec activité par les habitants du pays. Au col de Fréjus, il est remarquable par sa composition cristalline; on n'y voit que du quartz et des schistes micacés entièrement semblables à ceux des terrains les plus anciens. Les grès anthraciteux de Saint-Martin-de-Queyrières sont interrompus au sud par la vallée de la Gironde, mais on les retrouve au delà, sur la commune de l'Argentière, avec des circonstances de gisement tellement semblables que leur continuité géologique ne saurait être douteuse. Dans cette dernière localité, ils offrent un grand intérêt par la présence de riches filons de galène argentifère actuellement exploités, et par leur discordance de stratification avec les roches sous-jacentes (voy. la coupe n° 4). Cette discordance existe également aux environs de Saint-Martin-de-Queyrières, où elle est extrêmement prononcée, comme le montre la coupe n° 3. Ces mêmes grès peuvent encore se suivre au sud de l'Argentière, jusqu'à une distance d'environ 2 kilomètres du village où ils se terminent en s'amincissant. Au delà, on n'observe aucun groupe arénacé qui puisse être rapporté au quatrième étage. Il en est de même au nord des chalets de Moutiers, situés sur les frontières de la Savoie. Cet étage a donc des limites très restreintes en comparaison de ceux qui sont au-dessous, et dont nous allons maintenant parler.

Troisième étage. — Le troisième étage a pour assise supérieure une masse calcaire très puissante, à texture en général grenue, et pour assise inférieure un système de couches ayant en moyenne 800 à 900 mètres de puissance, dont les caractères minéralogiques peuvent être très variés. Ces couches sont, suivant les localités, arénacées, marneuses ou composées de roches cristallisées. L'assise calcaire ne se montre sur une grande étendue que dans le département des Hautes-Alpes, où l'on peut la suivre depuis les environs

du Chardonnet jusqu'au delà de Saint-Ours, près de Meyrannes (Basses-Alpes). Vers le nord, elle ne dépasse pas le parallèle de Valloires, en Savoie. Ce calcaire devient souvent bréchiforme. C'est ce que l'on remarque notamment près de Mont-Dauphin, où il présente des noyaux de calcaire compacte légèrement rosâtre, empâtés dans un ciment schistoïde rouge. On y rencontre assez fréquemment dans cette localité des tronçons de Bélemnites qui paraissent d'espèces liasiques, et des fragments indéterminables d'Ammonites. M. Rozet a recueilli dans le même calcaire, à Saint-Ours, une Rhynchonelle qui paraît être la *Rhynchonella tetraedra*. On y trouve aussi des Bélemnites, mais elles sont très rares. Les couches inférieures à l'assise précédente sont exclusivement arénacées aux environs de Briançon, où elles occupent tout l'espace qui s'étend de cette ville à la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges au-dessus du Puy-Saint-Pierre. On y observe toutes les espèces et variétés de roches des terrains houillers, depuis le schiste argileux et le psammite jusqu'au poudingue anagénite et au quartz compacte. Ces diverses roches alternent plusieurs fois ensemble et renferment de nombreuses couches d'anthracite exploitées presque sur tous les points. Les gîtes de ce combustible sont répartis sur les communes de Saint-Chaffrey, de Briançon, du Puy-Saint-Pierre et du Villard-Saint-Pancrace. Les restes de végétaux houillers y sont abondants. Nous citerons les suivants, qui proviennent soit des mines de Combarine, commune du Puy-Saint-Pierre, soit d'un groupe de grès schisteux voisin de Notre-Dame-des-Neiges : *Calamites Suckowii*, *C. Cistii*, *Sigillaria tessellata*, *S. notata*, *S. Brardii*, *S. elongata*, *S. striata*, *S. Schlotheimii*, *Lepidodendron ornatissimum*, *L. crenatum*, *L. turbinatum*, *Stigmaria ficoïdes*, *Sphenopteris latifolia*, *Lepidophloios Sternbergii*, *Lepidophyllum lineare*. Plusieurs de ces espèces ont déjà été citées dans le quatrième étage.

La formation anthracifère des environs de Briançon s'étend vers le S.-S.-E., sans diminuer beaucoup de puissance. Elle passe entre le col des Hayes et celui de Malfouse, et va couper le vallon du Guil à l'endroit appelé la *Maison du Roi*. Mais à partir du col des Hayes, sa composition n'est plus exclusivement arénacée. Les roches dominantes sont le schiste argilo-calcaire, le calcaire grenu et le quartz. L'anthracite y devient rare et ne se présente en couches exploitables qu'à Fouillouse (Basses-Alpes).

La même formation suivie vers le nord passe dans la vallée de la Clarée et la constitue entièrement à l'ouest de Névache. De là, elle se prolonge dans la Maurienne, où elle prend un grand déve-

loppement et remplit tout l'espace compris entre Saint-Michel et Modane. Aux environs de ce dernier bourg, ses couches ont, sur une certaine étendue, un aspect cristallin qui devient de plus en plus général à mesure que l'on s'avance vers le N.-E. Dans la Tarentaise, elles n'offrent plus que de grandes masses quartzeuses associées à des schistes micacés et talqueux passant au gneiss qui forment, au sud de Pesey et du Petit-Saint-Bernard, de hautes sommités couvertes de glaciers et de neiges perpétuelles. Comme sur un grand nombre de points ces roches reposent incontestablement sur des assises calcaires qui sont elles-mêmes très élevées dans la série des couches anthracifères, il faut bien admettre que, malgré leur composition cristalline, elles sont de beaucoup supérieures à d'autres d'une nature évidemment sédimentaire.

En résumé, le troisième étage est formé d'une assise de calcaire grenu, où l'on trouve des Bélemnites et d'autres fossiles jurassiques et d'un groupe inférieur souvent arénacé, qui renferme dans ce cas des gîtes d'anthracite avec restes de végétaux houillers. Nous verrons que cette constitution géologique et paléontologique se reproduit dans tous les étages qui nous restent à décrire.

Deuxième étage. — En jetant les yeux sur la carte géologique ci-jointe (pl. VIII), on voit que le deuxième étage anthracifère se divise, relativement au précédent, en deux zones distinctes, l'une *occidentale* et l'autre *orientale*.

Dans la zone *occidentale*, l'assise la plus élevée est un calcaire d'une grande puissance, qui constitue le sommet du col du Galibier, par lequel on va de l'hospice du Lautaret à Valloires en Savoie. Ce calcaire n'a pas une grande extension vers le sud ; après avoir traversé la Guisanne entre le Casset et le Monestier, il disparaît au col de l'Echanda, sous la formation nummulitique. Vers le nord, on peut le suivre sur une étendue bien plus considérable, car il se prolonge à travers la Maurienne et la Tarentaise, jusque dans la vallée d'Aoste. Il est coupé par l'Arc un peu au-dessous de Saint-Michel, où il donne lieu à un défilé remarqué par tous les voyageurs. Plus au nord, on le traverse en descendant du col des Encombres pour aller à Moutiers. De là il va passer près de Villard-Gôitreux dans la vallée du Doron, et au-dessus de Pesey, où il est en contact avec la mine de plomb exploitée dans cette localité. En continuant à se diriger vers le N.-E., il traverse la haute vallée de l'Isère, près du village de Gurat, et il atteint les frontières du Piémont au sud-est du Petit-Saint-Bernard.

Sur presque toute sa longueur, cette assise calcaire offre des

masses de gypse épigénique, notamment à Pesey, à Villard-Goîtreux, au Galibier et près du Monestier. On y a recueilli, près du col des Encombres, un assez grand nombre de coquilles fossiles, qui ont été décrites et figurées dans le *Bulletin* de la Société (2^e sér., t. V, p. 444). Ces coquilles, qui offrent un grand intérêt à cause de leur position élevée dans la série des couches anthracifères, appartiennent pour la plupart au lias supérieur ou au lias moyen.

Le calcaire du Galibier recouvre immédiatement un groupe de grès anthraciteux qui est peu épais dans le voisinage du col, mais qui acquiert, en se prolongeant en Savoie, une puissance de 1200 à 1500 mètres. On observe cet immense développement de couches dans la vallée de l'Arc, entre Saint-Jullien et Saint-Michel; dans celle du Doron, entre Brides et Villard-Goîtreux, et surtout dans la Tarentaise, entre Villette et Pesey. Ce système de grès renferme, dans la vallée de l'Isère, de nombreuses mines d'anthracite : telles sont celles d'Aime, de Longefoy, de Macot et de Landry. On y trouve beaucoup d'empreintes végétales houillères, notamment les suivantes : *Neuropteris flexuosa*, *N. Soretii*, *N. rotundifolia*, *Calamites Cistii*. Ces grès sont quelquefois remplacés, dans leur partie la plus élevée, par des roches cristallines mica-cées et talqueuses; ce fait est même fréquent dans la Tarentaise; on l'observe à Villard-Goîtreux, à Pesey, au sud-est du Petit-Saint-Bernard et sur d'autres points intermédiaires.

Le deuxième étage anthracifère est limité supérieurement dans sa partie *orientale* par une assise calcaire au pied de laquelle est bâti le village de Névache. En cet endroit on voit très clairement qu'elle sert de support au groupe arénacé de l'étage précédent. En la suivant vers le S.-E., il est facile de s'assurer qu'elle va constituer les rochers sur lesquels on a bâti Briançon et les forts environnants; qu'elle passe ensuite entre le col des Hayes et celui d'Hysoire, qu'elle est coupée par le Guil, entre Veyer et la Maison du roi; enfin qu'elle atteint les frontières du Piémont, un peu à l'est de Fouillouse. Vers le nord, ce même calcaire traverse la vallée de la Maurienne tout près de Modane, et celle de l'Isère au village du Val de Brennières, d'où il se prolonge en Piémont. On n'y a découvert jusqu'à ce jour aucune coquille fossile.

Le groupe de couches immédiatement inférieur diffère de celui qui lui correspond dans la zone *occidentale* par une épaisseur en général beaucoup moindre, par le peu de développement des roches arénacées et par l'absence de mines de combustible. On n'y trouve ni coquilles, ni empreintes végétales. Dans la vallée de la Clarée et aux environs de Briançon, il est formé à peu près exclu-

sivement de marne et de schiste calcaire. A Veyer, il offre une série de quartz compacte, de poudingue et de grès à gros grains entièrement quartzeux. Dans la Tarentaise et dans la Maurienne, sa composition devient en grande partie cristalline ; entre Modane, par exemple, et Notre-Dame-du-Charmet, il offre l'aspect d'un vrai terrain talqueux.

Premier étage. — Le premier étage se divise, comme le précédent, en deux zones, l'une *occidentale* et l'autre *orientale*, relativement aux groupes de couches plus récents qui occupent le centre de la Maurienne et de la Tarentaise.

La zone *occidentale* commence aux environs du col du Lautaret, où elle a pour assise supérieure une masse calcaire très épaisse, qui, dans le vallon du Galibier, sert de support aux chalets appelés *la Mendette*, et, pour assise la plus basse, un groupe arénacé de 200 à 300 mètres de puissance, qui couronne la montagne des Trois-Évêchés au nord du Villard-d'Arène. Le calcaire de la *Mendette* qui s'arrête au sud, au pied du massif de proto-gine du Lautaret, s'étend très loin du côté opposé, à travers la Maurienne et la Tarentaise. Après avoir servi de base aux sommités appelées les *Aiguilles d'Arve*, il va couper la vallée de l'Arc, à Saint-Jullien ; celle du Doron, à Brides ; celle de l'Isère, à Villette ; et le torrent de Bonneval, au village du Châtelard ; enfin il franchit les limites du Piémont en constituant les cimes qui dominent au nord le passage du Petit-Saint-Bernard. A Villette, ce calcaire passe à une brèche exploitée comme marbre, et renferme des Bélemnites, des Peignes et d'autres fossiles qui, jusqu'à présent, n'ont pas été déterminés spécifiquement. Le groupe arénacé, situé à la base de l'étage, a également une grande continuité ; c'est lui qui forme le petit bassin anthracifère de Moutiers, où l'on trouve quelques couches de combustible et des empreintes végétales peu distinctes. On doit y rapporter également les grès du Chapiu, sur le versant sud du col du Bonhomme. Entre ce groupe arénacé et l'assise calcaire supérieure, on observe partout un calcaire intermédiaire qui offre une liaison bien plus grande avec les roches schisteuses, situées immédiatement au-dessous, qu'avec celles qui le surmontent, en sorte que le premier étage anthracifère se divise naturellement en deux sous-étages, composés chacun d'une assise de calcaire grenu, souvent bréchiforme, reposant sur un groupe de grès, de schiste argileux, ou de marne. Cet ensemble de couches acquiert un grand développement dans la Tarentaise, principalement entre le col du Bonhomme et le bourg Saint-

Maurice. On y observe des bancs subordonnés de quartz et de schiste micacé et talqueux.

Le premier étage anthracifère, considéré dans sa partie *orientale*, présente la même constitution géologique que du côté de l'ouest. Il se divise également en quatre assises, alternativement calcaires et arénacées. L'assise calcaire, la plus élevée, sépare le col de l'Échelle de celui des Tures. De là elle se prolonge en Savoie, en traversant la vallée de l'Arc, non loin de Modane, et celle de l'Isère, un peu au sud de Tignes. Suivie dans le département des Hautes-Alpes, elle passe sous le village de Plampinets, un peu à l'est de la ville de Briançon, et va couper la vallée du Guil tout près d'un hameau nommé *la Chapelu*, à 1200 ou 1500 mètres de Veyer. Plus loin elle atteint les frontières du Piémont aux environs du col de Mauren. Les couches inférieures à cette assise sont composées à peu près exclusivement de calcaire grenu et de schiste argileux ou argilo-calcaire, plus ou moins chargés de talc et de mica. Les roches arénacées y sont rares.

En général, le premier étage est remarquable par un grand développement de couches calcaires, quelquefois repliées sur elles-mêmes, qui frappent l'observateur par leur épaisseur énorme, et impriment au terrain un aspect caractéristique. Lorsqu'elles sont coupées par une vallée, elles donnent souvent lieu à des gorges étroites, profondes, s'élargissant un peu à la rencontre des roches schisteuses et se resserrant dans le sein des grandes masses calcaires. Tels sont les défilés qui conduisent de Moutiers à Villette, dans la Tarentaise; de Château-Queyras à Veyer, dans la vallée du Guil; d'Entre-deux-Eaux à Pralognan, par le col de la Vannoise, et de Tignes au mont Iseran, dans la haute vallée de l'Isère.

Terrain anthracifère inférieur.

Le terrain anthracifère inférieur offre une grande extension, soit à l'ouest, soit à l'est des quatre étages supérieurs que nous venons de décrire. Il se divise ainsi en deux régions dont les caractères ne sont pas les mêmes et que nous allons considérer successivement.

Région occidentale. — La Grave est un bon point de départ pour étudier, dans la région ouest, les couches les plus basses de la série anthracifère. Ce village et les hameaux environnants sont bâtis sur un puissant système de schistes argilo-calcaires, noirs, d'un aspect caractéristique. Ces schistes sont très fissiles et souvent exploités comme ardoise. Ils renferment fréquemment des filon

et de petites veines de chaux carbonatée, spathique, et de quartz, dans lesquels sont disséminées des substances métalliques, telles que de la galène, du cuivre gris, des pyrites de fer et de cuivre. Leur puissance totale est au moins de huit à neuf cents mètres. Leur assise la plus basse, qui repose immédiatement sur le terrain cristallisé, renferme beaucoup de Bélemnites trop peu entières pour être déterminées spécifiquement. Au-dessus, on compte successivement trois autres groupes de couches fort épais, semblables au premier, mais dépourvus de fossiles, qui s'enfoncent évidemment les uns au-dessous des autres avec beaucoup de régularité. Le dernier groupe, qui sert de base aux pâturages du Villard-d'Arène, est couronné par une assise calcaire à texture en général grenue, que l'on rencontre à peu près à mi-hauteur de la montagne des *Trois-Évêchés*. Ce calcaire, soit aux environs de la Grave, soit ailleurs, quand on observe son prolongement, s'enfonce évidemment sous un groupe de grès anthraciteux, par lequel commence la série des étages supérieurs. Vers le nord et le nord-est, sa continuité est remarquable. On peut le suivre à travers la Maurienne et la Tarentaise jusqu'au col du Bonhomme. Il se dirige d'abord en ligne droite jusqu'à un point situé entre l'extrémité sud des *Trois-Aiguilles d'Arve* et le col de l'*Infernet*. Là, il subit une inflexion remarquable qui le fait passer graduellement du N.-O. au N., puis au N.-N.-E. En se prolongeant dans cette dernière direction, il coupe la vallée de la Maurienne un peu à l'ouest de Villard-Clément, à l'endroit même où se trouve un pont sur l'Arc. Au delà de ce point, il court vers le col de la Madeleine qu'il laisse à gauche, et, après avoir subi quelques inflexions, il traverse l'Isère tout près de Moutiers, où il forme un rocher élevé qui borne l'horizon à l'ouest de la ville. Cette même assise continue de là vers le N.-N.-E. jusqu'au col du Cormet, où, subissant une nouvelle inflexion, elle prend la direction N.-E. Sa tranche, fortement relevée, forme alors à très peu près la ligne de partage des eaux entre la Tarentaise et le vallon de Beaufort. Plus loin, elle va passer au sommet même du col du Bonhomme où elle présente des bancs de calcaire gris, schistoïdes, fortement inclinés vers le S.-E. et servant d'appui à une masse considérable de grès quartzeux au pied de laquelle est bâti le hameau du Chapiau.

En traçant sur une carte la série des points par lesquels passe le long affleurement calcaire que nous venons d'indiquer, on obtient une courbe un peu sinueuse tournant sa convexité vers le N.-O. et concentrique au contour de la chaîne de protogine, qui s'étend du mont Pelvoux au Mont-Blanc. L'espace compris entre cette

courbe et les roches talqueuses est entièrement occupé par des schistes argilo-calcaires d'une grande puissance, qui offrent tous les caractères de ceux des environs de la Grave et peuvent s'y rattacher sans solution de continuité. Rien n'est plus facile, en effet, en partant de la Grave, que de suivre ces schistes à peu près dans toutes les directions. Vers l'O., ils forment la base de vastes pâturages connus sous le nom de *prés de Paris* et vont s'appliquer contre le versant oriental de la chaîne des Rousses. Du côté du S., ils coupent la vallée de la Romanche, entre le Chambon et les Dauphins, et s'étendent sur une largeur de plusieurs kilomètres entre le Mont-de-Lans et Venosc; ils se prolongent même bien au delà de ce dernier village en se réduisant à une bande étroite enclavée dans les roches talqueuses qui, traversant le col de la Muzelle et le vallon du Désert, s'avancent jusque dans le Valgodemard. Vers le N., ils passent par les cols des Berches et de la Batie et constituent successivement la vallée de l'Arvant, les environs de Saint-Jean-de-Maurienne, ainsi que le vallon du col de la Madeleine, par lequel on se rend de la Chambre à Moutiers; plus au N., leur développement est très considérable entre Beaufort et le Pas-du-Cormet, et on ne les quitte pas en allant de là au col du Bonhomme.

La formation argilo-calcaire que nous venons de suivre depuis la Grave jusqu'au col du Bonhomme est en contact immédiat avec les roches talqueuses de la grande chaîne cristalline qui s'étend du mont Pelvoux au Mont-Blanc. Elle offre avec elles des relations compliquées, souvent contradictoires, pour la description desquelles nous renvoyons à notre travail précédemment cité (1). De l'autre côté de cette chaîne, sur le versant qui regarde les vallées de l'Isère et de l'Arly, on observe également des schistes qui doivent être rapportés aux précédents, parce qu'ils en ont tous les caractères, qu'ils présentent les mêmes circonstances de gisement et qu'ils ont d'ailleurs, avec eux, une grande liaison. A Saint-Maxime-de-Beaufort, par exemple, il existe, de chaque côté d'une vallée peu large deux groupes de schistes argilo-calcaires, faisant suite, l'un aux schistes du versant occidental, et l'autre à ceux du versant oriental que nous avons décrits. Ces deux groupes se correspondent si bien sous le rapport de la direction des couches, et sont tellement identiques de toute manière, qu'il est évident que l'un n'est que le prolongement de l'autre. Suivi vers le N.-E., le groupe du versant occidental s'étend sans discontinuité jusqu'au delà du col de Balme, en passant par Haute-Luce, Belleville, Saint-

(2) Voyez *Bulletin de la Société*, 2^e sér., t. I, p. 703.

Nicolas-de-Vérosse, les Ouches et la vallée de Chamouny. Vers le S.-O., les mêmes couches constituent en partie la vallée de l'Arly depuis Mégève jusqu'à Albertville et, à partir de là jusqu'à Grenoble, les collines de calcaire schisteux qui bordent la rive gauche de l'Isère et supportent Bonvillar, Aiton, la Rochette, Allevard, Theys, Laval, Revel, Saint-Martin-d'Uriage, Brié et Vizille. Près de ce dernier bourg, les schistes argilo-calcaires, continuant à suivre le contour des roches talqueuses, tournent vers le S. Ils servent d'abord de base à la montagne de Laffrey; puis ils vont passer sous les lacs et les villages situés à l'est de la grande route, entre Laffrey et La Mure. On les retrouve un peu plus loin, à Auris en Rattiers, à Valbonnais et aux environs de Valjouffrey. Sur toute la longueur que nous venons d'indiquer, la formation argilo-calcaire s'enfonce tantôt sous des alluvions, telles que celles de l'Isère, entre Montmélian et Grenoble, tantôt sous une série de calcaires et de marnes appartenant au terrain jurassique normal.

Malgré leur grande épaisseur et leur extension immense, les schistes argilo-calcaires du terrain anthracifère inférieur sont pauvres en coquilles fossiles. On n'y rencontre guère que des Bélemnites et des Ammonites. Les Bélemnites sont les plus répandues. Nous en avons déjà cité aux environs de la Grave. Il en existe également à Petit-Cœur, au Mont-de-Lans, au Bourg-d'Oisans, à Allevard, à Vizille et dans quelques autres localités. La plupart paraissent devoir être rapportées au *Belemnites elongatus* (Miller) et au *B. paxillosus* (Voltz). On trouve des Ammonites à Allevard et au col de la Madeleine, près de Moutiers. Elles sont surtout abondantes sur le versant nord d'une sommité très élevée dite *Tête de Rachet*, située sur la commune du Mont-de-Lans. Nous y avons recueilli les espèces suivantes : *A. rotiformis* (Sow.), *A. Bucklandi* (Sow.), *A. Kridion* (Ziet.), *A. stellaris* (Sow.), *A. Scipionianus* (d'Orb.). Parmi les Ammonites du col de la Madeleine, les unes paraissent nouvelles, les autres sont extrêmement voisines d'espèces propres au lias supérieur, savoir : les *A. aalensis* (Ziet.), *A. serpentinus* (Schl.), *A. Walcotii* (Sow.). A Allevard, nous avons reconnu l'*A. Kridion* et trouvé en outre de longues Bélemnites très bien conservées se rapportant au *B. elongatus*.

Sur plusieurs points des Alpes, la même formation argilo-calcaire, où nous venons de citer des fossiles liasiques, est associée, dans sa partie la plus basse, à des groupes de roches arénacées, en général anthraciteuses, qui, par leurs caractères minéralogiques et leurs empreintes végétales, rappellent complètement le terrain houiller. Ces grès s'observent aux environs de Petit-Cœur en Tarentaise, de

Saint-Arrèche et Haute-Luce, de Valorsine, du Trient, d'Ugine, d'Allevard, de La Mure, d'Auris-en-Ratiers, de Valbonnais, du Mont-de-Lans en Oisans, de Saint-Barthélemy de Sechillienne près de Vizille, et dans quelques autres localités. Ceux de la Mure sont surtout remarquables par leur grand développement, par la puissance de leurs gîtes de combustible, et par de nombreuses empreintes végétales, parmi lesquelles nous citerons : *Pecopteris oreopteridius*, *P. Candolliana*, *P. Grandini*, *P. cyathea*, *P. arborescens*, *P. pteroides*, *Sigillaria Defranciai*, *S. Dournaisii*, *Annularia brevifolia*, *Asterophyllites tenuifolia*. A ces végétaux, appartenant tous à la flore carbonifère, on doit ajouter des *Lepidodendron* et des *Stigmaria* trouvés dans les mines du Psychagnard et de la Motte. Leur détermination spécifique n'a pu être faite avec une certitude suffisante, mais on sait que ces genres sont exclusivement propres aux terrains houillers.

A Petit-Cœur, localité où les empreintes de fougères sont abondantes, nous citerons, d'après MM. Adolphe Brongniart et Élie de Beaumont, celles qui suivent : *Pecopteris polymorpha*, *P. arborescens*, *P. Beaumontii*, *P. Plukenitii*, *P. obtusa*, *Neuropteris tenuifolia*, *Odontopteris Brardii*, *O. obtusa*.

Les grès du Mont-de-Lans qui, d'une part, s'étendent jusqu'à Venosc, et, de l'autre, jusqu'au-dessus d'Huez, renferment aussi des restes de végétaux. Les principales espèces sont : *Pecopteris polymorpha*, *Neuropteris cordata*, *Odontopteris Brardii*, *Annularia brevifolia*, *A. longifolia*, des *Cardiocarpon* et des *Sphenophyllum*. Tous ces végétaux sont propres aux terrains houillers les mieux caractérisés.

Les relations géologiques des grès anthraciteux, soit avec les schistes à Bélemnites, soit avec les roches cristallines, sont loin d'être partout les mêmes. A Petit-Cœur, les grès alternent avec les schistes à Bélemnites et leur sont tellement liés qu'il est impossible de ne pas les rapporter à la même époque géologique. Aux environs de Valorsine et dans beaucoup d'autres lieux, ils reposent immédiatement sur les roches cristallisées en stratification concordante et sont recouverts par les schistes argilo-calcaires. Dans l'Oisans, ils sont, sur une certaine longueur, intercalés dans le sein même des roches talqueuses en offrant avec elles la liaison la plus intime. Enfin, sur quelques autres points, comme à Auris près de Valbonnais, et à Combe-Gillarde au nord du Mont-de-Lans, ils s'appuient sur les schistes à Bélemnites et s'enfoncent sous les roches cristallisées. Malgré cette diversité de gisement, qui nous paraît susceptible d'être expliquée par le métamorphisme,

ces grès ont entre eux trop de similitude, sous le rapport de la composition minéralogique et des végétaux fossiles, pour n'être pas rapportés tous à une seule et même époque.

Nous terminerons cette rapide esquisse des caractères qu'offre le terrain anthracifère inférieur dans sa région occidentale, en faisant remarquer qu'il paraît exister avec ces mêmes caractères dans les Alpes lombardes. On sait en effet, d'après l'excellente description qu'en a donnée M. de Collegno (1), que près du lac de Como, à Bellano et à Varenna, il y a, entre le calcaire rouge ammonitifère et les roches cristallisées, des grès et poudingues anagénites servant de base à une puissante formation de calcaire noir schisteux, où l'on trouve un petit nombre de fossiles qui paraissent d'espèces liasiques et quelquefois des fougères, comme à Moltrasio. Il y a certainement une ressemblance frappante entre ce terrain et le terrain anthracifère inférieur des Alpes occidentales. D'un autre côté, lorsque l'on considère celui-ci dans les localités où il a été en partie altéré par le métamorphisme comme à Valorsine, au Trient et dans l'Oisans, on lui trouve une ressemblance non moins grande avec le système de couches en partie arénacées et en partie cristallines, appelé *verrucano* par les géologues toscans. Ce rapprochement, sur lequel nous reviendrons à la fin de cette notice, est généralement admis.

Région orientale. — Le premier des étages supérieurs, du côté du Piémont, repose immédiatement sur une puissante assise calcaire, formant de ce côté la partie la plus élevée du terrain anthracifère inférieur. C'est dans le sein de cette assise qu'est ouvert le col de Désertes par lequel on va directement de Névache à Césanne. Le même calcaire constitue le pic de Chaberton, au nord du mont Genève, qui s'élève, sur les frontières de la France et du Piémont, à une hauteur de 3137 mètres. A partir de ce point, il est facile de suivre son prolongement soit au nord, du côté de la Savoie, soit vers le sud, dans le département des Hautes-Alpes. Du côté de la Savoie, il affecte d'abord la direction N.-N.-O., et, après avoir formé de hautes sommités à l'est des Acles et du col de la Lauze, il s'abaisse dans la vallée de Bardonnèche, en passant entre ce bourg et le village de Melezet; puis, s'élevant de nouveau, il constitue l'arête de rocher qui sépare le col de la Roue de celui de Fréjus. Entre ces deux cols, il subit une inflexion brusque qui le fait tourner vers le N.-E. En prenant cette nouvelle direction, il borde à droite le vallon de Pelouse, par lequel on descend à

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. I, p. 179.

Bramas en Maurienne, et depuis ce village jusqu'à Termignon il donne lieu à une série d'escarpements le plus souvent gypseux, dont le pied est baigné par la rivière d'Arc. A Termignon, ces bancs calcaires sont recouverts par des schistes micacés métamorphiques du terrain anthracifère supérieur, mais ils reparaissent un peu plus loin sur le chemin qui conduit à Entre-deux-Eaux. En continuant à les suivre, nous nous sommes assuré qu'ils s'infléchissaient vers l'E.-N.-E., et qu'ils allaient passer au sommet même du col du mont Iseran; puis que, reprenant leur direction N.-E., ils franchissaient les frontières du Piémont au col de la Lenta. Le calcaire du pic de Chaberton, suivi vers le sud, s'abaisse rapidement, et son prolongement va passer entre le col du mont Genève et le village de Clavières. Plus loin, il forme en se relevant un énorme rocher au pied duquel est bâti Cervières. A partir de là, il borde à l'est, dans toute son étendue, le vallon des Oules, qui conduit de Cervières au col Perdu, passage difficile et peu fréquenté, situé entre le col Péas et celui d'Hysoire. Du col Perdu, ce calcaire descend dans le Queyras où il forme une bande de rocher remarquable qui s'infléchit de plus en plus vers le S.-E., et entoure comme d'une ceinture le mont Viso et le pays adjacent entièrement composé de schistes cristallins. Cette bande calcaire atteint les frontières des Hautes-Alpes au col de Longet, par lequel on communique de Saint-Véran dans la vallée de Mauren, et après avoir traversé obliquement cette vallée, faisant partie des Basses-Alpes, elle pénètre dans le Piémont.

En traçant sur une carte cette longue ligne d'affleurement du calcaire de Chaberton, on voit qu'elle a la forme d'un arc de cercle convexe vers le N.-O., dont le milieu se trouve à peu près au col de Fréjus, près de Bardonnèche. A partir de ce point, ses deux branches s'étendent au delà des frontières du Piémont en traversant, d'un côté, la partie supérieure de la Maurienne et de la Tarentaise, de l'autre, le Briançonnais et l'extrémité nord-est du département des Basses-Alpes. Les couches comprises dans l'intérieur de cet arc de cercle constituent la haute vallée de Mauren, la plus grande partie du Queyras et les vallées du Piémont qui sont adjacentes, le vallon du Bourget au-dessus de Cervières, la vallée de la Doire entre Oulx et Césanne, les environs du Mont-Cenis, enfin les extrémités les plus élevées de la Maurienne et de la Tarentaise, près des sources de l'Arc et de l'Isère. Ces diverses contrées ont entre elles une ressemblance remarquable sous le rapport de l'aspect physique et de la composition minéralogique du sol. Les roches dominantes sont des schistes argileux où abon-

dent le mica, le talc, le quartz, le calcaire cristallisé, et qui sont associés soit à de véritables micaschistes, soit à des calcaires blancs grenus. Sur un assez grand nombre de points, ils renferment des bancs subordonnés de serpentine, notamment aux environs de Césanne, de Cervières, du col de Bousson, du col de Péas, et dans le vallon de Saint-Véran en Queyras.

Ces schistes, souvent friables et très fissiles, ne diffèrent de ceux que nous avons décrits dans la région occidentale du terrain anthracifère inférieur que par leur composition plus cristalline. Leur aspect général est d'ailleurs absolument la même. Leur puissance est vraiment énorme. Sous ce rapport, aucune formation secondaire ne peut leur être comparée. Il faut, pour avoir quelque chose d'approchant, descendre dans les terrains de transition jusqu'au système silurien. En étudiant leurs relations géologiques, on reconnaît que, d'un côté, ils sont partout recouverts par l'assise calcaire du pic de Chaberton, et que, de l'autre, ils reposent sur les roches de granite et de gneiss qui, à l'ouest de la plaine de Turin, forment les derniers gradins des Alpes. Ordinairement, il y a entre les deux terrains des couches de taleschiste plus ou moins micacées établissant une transition de l'un à l'autre.

Jusqu'à présent, on n'a trouvé dans la région orientale du terrain anthracifère inférieur aucune trace d'Ammonites, de Bélemnites ni d'autres corps organisés. Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que les grès à anthracite avec empreintes végétales houillères, dont nous avons cité de nombreux dépôts en Savoie et dans le département de l'Isère, manquent complètement du côté du Piémont. Leur absence ne peut être attribuée au métamorphisme. Elle tient probablement à ce que la mer vaste et profonde, dans le sein de laquelle s'est formé le terrain anthracifère inférieur, ne s'étendait pas beaucoup à l'ouest. De ce côté, ses rivages coïncidaient à peu près avec les frontières de la France. C'est là, par conséquent, que vivaient les mollusques, et où les affluents ont pu déposer des matières arénacées et des débris de végétaux, tandis qu'à l'E. tout annonce que cette mer s'est étendue bien loin en Italie. La grande profondeur des eaux et l'éloignement de la terre ferme ont dû être peu favorables à la production et à l'ensevelissement des êtres organisés.

Nous nous bornerons à ces généralités sur ce terrain immense en étendue et en épaisseur dont les caractères paléontologiques sont négatifs, et que nous avons dû rapporter au terrain anthracifère inférieur de l'Oisans et de la Savoie, à cause de l'identité de leur position géologique et de l'analogie de leur constitution.

II. DIFFÉRENCES ENTRE LE SYSTÈME ANTHRACIFÈRE ET LE TERRAIN JURASSIQUE.

Les notions générales que nous venons de donner de la constitution du système anthracifère sont suffisantes pour que l'on puisse bien apprécier les différences profondes qui le séparent du terrain jurassique.

Parmi ces différences, la plus importante sans contredit est l'opposition tranchée des deux flores. Depuis les plus anciennes jusqu'aux plus élevées, les couches anthracifères renferment des empreintes végétales appartenant à la flore carbonifère et n'en renferment pas d'autres. Nous allons en présenter le tableau général en distinguant le terrain à anthracite inférieur du supérieur et en réunissant à nos citations celles qui se trouvent dans les Mémoires de M. Élie de Beaumont. Toutes les déterminations spécifiques de ce tableau ont été faites ou vérifiées par M. Adolphe Brongniart. Leur exactitude ne saurait avoir une meilleure garantie.

NOMS DES GENRES ET DES ESPÈCES.	TERRAIN ANTHRAÇIFÈRE INTÉRIEUR. — Localités.		TERRAIN ANTHRAÇIFÈRE SUPÉRIEUR. — Localités.		LIEUX ET TERRAINS HORS DES ALPES dans lesquels les mêmes espèces ont été recueillies.
<i>Neuropteris gigantea</i> (STERNB.)	Servos, en Savoie.	Petit-Cœur; col de Balme.	Le Monestier (Hautes-Alpes).	Terrains houillers de la Bohême et de Sarrebruck.	
— <i>tenuifolia</i> (STERNB.)			Macot, en Tarentaise.	<i>Idem</i> de Liège et de Newcastle.	
— <i>flexuosa</i> .			Même localité.	<i>Idem</i> de Liège et de Bath.	
— <i>Soretii</i> (AD. BR.)	Huez, en Oisans.		Macot.	<i>Idem</i> d'Alais et de Saint-Étienne.	
— <i>cordata</i> (AD. BR.)	Col de Balme.			<i>Idem</i> de Plessis (Calvados).	
— <i>rotundifolia</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur; Mont de Lans.			<i>Idem</i> de Terrasson (Dordogne).	
<i>Odontopteris Brardii</i> (AD. BR.)	Col de l'Écuelle, près Chamouny;			Terrasson; Saint-Étienne.	
— <i>obtusata</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur.			Newcastle; Sarrebruck.	
<i>Sphenopteris latifolia</i> (AD. BR.)	Mine de Notre-Dame-de-Vaux, près la Mure.		Le Monestier; Puy-Saint-Pierre.	Terrain houiller de Mannebach.	
<i>Pecopteris oreopteridius</i> (STERNB.)	Mine de la Grande-Draye, près la Mure.			<i>Idem</i> d'Alais (Gard).	
— <i>Candolliana</i> (AD. BR.)	Même localité.			<i>Idem</i> de Geislautern.	
— <i>Grandini</i> (AD. BR.)	Mines du Grand - Menay et du Villaret, près la Mure.			<i>Idem</i> de Saint-Étienne.	
— <i>cyathæa</i> (AD. BR.)	Mines du Grand - Menay et du Villaret, près la Mure; Val- bonnais.			<i>Idem</i> de Saint-Étienne et d'Au- bin (Aveyron), etc.	
— <i>arborescens</i> (AD. BR.)	Venosc en Oisans; Petit-Cœur.			Saint-Étienne, Alais et la plu- part des terrains houillers.	
— <i>polymorpha</i> (AD. BR.)	Mine du Psychagnard, près la Mure.			Liège, Mannebach, St-Étienne.	
— <i>pteroïdes</i> (AD. BR.)	Valbonnais (Isère).			Saint-Étienne.	
— <i>platyrachis</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur.			"	
— <i>Beaumontii</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur; col de l'Écuelle.			Alais; Saint-Étienne.	
— <i>Pluckenitii</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur.			Terrasson.	
— <i>obtusata</i> (AD. BR.)	Environs de la Mure.		Environs de Briançon.	Genre exclusivement propre aux terrains houillers.	
<i>Lepidodendron</i> .			Chardonnet; Fuy-Saint-Pierre.	Yorkshire; Silésie.	
— <i>ornatissimum</i> (STERNB.)			Mêmes localités.	Bohême; Eschweiler, etc.	
— <i>crenatum</i> (STERNB.)					

NOMS DES GENRES ET DES ESPÈCES.	TERRAIN ANTHRACIFÈRE INFÉRIEUR. Localités.	TERRAIN ANTHRACIFÈRE SUPÉRIEUR. Localités.	LIEUX ET TERRAINS HORS DES ALPES dans lesquels les mêmes espèces ont été recueillies.
<i>Lepidodendron Sternbergii</i> (AD. BR.).	.....	Col de Buffer.	Swina.
— <i>turbinatum</i> (AD. BR.).	.....	Mine de Combarine au Puy-Saint-Pierre.	Sarrebruck.
<i>Lepidophyllum lineare</i> (AD. BR.).	.....	Puy-Saint-Pierre.	Environs de Liège.
<i>Lepidophloios</i> (STERNB.).	.....	Mine de Combarine.	Tiges de lycopodiacées propres aux terrains houillers.
<i>Calamites Suckowii</i> (AD. BR.).	.....	Chardonnet; Puy-Saint-Pierre.	Newcastle; Liège, etc.
— <i>Cistii</i> (AD. BR.).	.....	Mêmes localités; Tarentaise.	Sarrebruck.
— <i>approximatus</i> (STERNB.).	.....	Chardonnet.	Alais; Liège; Saint-Etienne.
— <i>cannæformis</i> (SCHL.).	.....	Même localité.	Alais; Yorkshire, etc.
<i>Asterophyllites tenuifolia</i> (AD. BR.).	.....	Mine de Notre-Dame-de-Vaux.	Alais; Newcastle.
<i>Sphenophyllum</i>	Mont de Lans. ....	.....	Ce genre ne se trouve que dans le terrain houiller.
<i>Annularia brevifolia</i> (STERNB.).	Col de Balme; Huez; mines de la Mure.	.....	Espèces communes dans les terrains houillers.
— <i>longifolia</i> (STERNB.).	Mont de Lans. ....	.....	Genre exclusivement propre aux terrains houillers.
<i>Sigillaria</i>	Environs de la Mure.	Environs de Briançon.	Sarrebruck; Liège; Silésie.
— <i>notata</i> (AD. BR.).	.....	Chardonnet.	Terrasson.
— <i>Brardii</i> (AD. BR.).	.....	Mine de Combarine; col de Buffer.	Alais.
— <i>Defrancei</i> (AD. BR.).	Mine de la Grande-Draye.	Mine de Combarine.	Charleroi; Liège.
— <i>elongata</i> (AD. BR.).	.....	Même localité.	»
— <i>lepidodendrifolia</i> (AD. BR.).	.....	Même localité.	»
— <i>strinata</i> (AD. BR.).	.....	Puy-Saint-Pierre.	Alais; Bath.
— <i>Schlotheimii</i> (STERNB.).	.....	Chardonnet; Puy-Saint-Pierre.	Genre caractéristique des terrains houillers.
— <i>tesselata</i> (AD. BR.).	Mines de la Mure.	Environs de Briançon.	La plupart des terrains houillers.
<i>Stignaria</i>. ....	.....	.....	Fruits propres aux terrains houillers.
— <i>ficoides</i> (AD. BR.).	.....	Puy-Saint-Pierre; col de Buffer.	
<i>Cardiocarpon</i>	Mont de Lans. ....	.....	

Le tableau ci-dessus ne donne qu'une idée incomplète de la richesse du système anthracifère en végétaux fossiles; outre les espèces citées, il en renferme un grand nombre d'autres qui sont ou nouvelles ou trop mal conservées pour être déterminées avec certitude. Mais il est à remarquer que tous ces végétaux, sans exception, présentent une analogie complète avec ceux du terrain houiller : pas un seul débris ne rappelle ceux du terrain jurassique.

A une époque où la botanique fossile était moins avancée, on aurait pu soutenir que les deux terrains que nous comparons sont mal caractérisés par leurs restes de végétaux. Une pareille assertion serait aujourd'hui en contradiction manifeste avec les faits. Grâce aux travaux de MM. Adolphe Brongniart, Göppert, de Sternberg et d'autres savants botanistes, les flores du terrain houiller et du terrain jurassique commencent à être bien connues. On compte dans le premier terrain plus de 500 espèces très distinctes, et au moins 225 dans le second. Or, non-seulement parmi ces espèces il n'y en a pas de communes, mais leurs caractères généraux sont tout différents. Des genres et même des familles que l'on rencontre habituellement dans le terrain houiller ont disparu complètement à l'époque oolitique. Il est vrai que si le système anthracifère s'éloigne du terrain jurassique par sa flore, il s'en rapproche par ses coquilles. Autant il y a opposition d'un côté, autant il y a similitude de l'autre, en sorte qu'il se présente ici une question très intéressante à résoudre : savoir si, pour la classification d'un système de couches, on doit attacher plus d'importance aux végétaux qu'aux coquilles. Sans avoir la prétention de résoudre *à priori* une question aussi délicate, nous allons cependant présenter une considération qui tend à faire pencher la balance en faveur de la botanique fossile. On sait que dans le sein du même terrain, on voit assez souvent un ensemble de coquilles d'espèces différentes se succéder d'un groupe de couches à l'autre sans qu'il y ait discordance de stratification, ni que rien n'indique une perturbation générale ni même locale. Ce fait semble prouver que des modifications, probablement légères, dans la température et la composition chimique des eaux ou dans la nature des fonds, ont suffi autrefois pour faire varier les coquilles; d'où l'on est porté à croire que, si les modifications au lieu d'être légères avaient été profondes et complètes, elles auraient donné lieu, non plus à des changements d'espèces, mais à des formes d'organisation nouvelles. Or, on admettra la possibilité de pareilles modifications à la fois profondes et locales, si l'on songe qu'autrefois les sources gazeuses et fluides émanées de l'intérieur du globe étaient incomparablement plus

abondantes que de nos jours, et qu'elles pouvaient entretenir dans le sein d'un bassin une température, une composition chimique ou une nature de fonds très différentes de celles qui existaient partout ailleurs. Si maintenant nous considérons les végétaux fossiles, nous voyons que les mêmes espèces non-seulement persistent dans toute l'étendue d'un terrain, mais que même elles traversent plusieurs systèmes de couches distincts sous le rapport zoologique. D'où l'on est en droit de conclure que la nature de la végétation dépendait autrefois de conditions physiques à la fois plus stables et plus générales que celles qui influaient sur les mollusques. Ces conditions étaient probablement la composition de l'atmosphère, la température propre du sol, la proportion relative en étendue et les rapports de configuration des terres et des mers. De là cette conséquence que de grandes différences entre deux flores doivent correspondre à des changements également considérables dans l'état physique de la surface terrestre. Ainsi, loin qu'on doive attribuer plus d'importance aux coquilles qu'aux plantes fossiles, celles-ci, considérées dans leurs formes principales, paraissent plus propres que les premières à distinguer deux grandes époques géologiques.

Ce n'est pas seulement par sa flore que le système anthracifère diffère du terrain jurassique. On sait que dans celui-ci les coquilles dites liasiques ne sortent pas d'un groupe de couches en général peu épaisses situées à la base de la série. Ces mêmes coquilles se montrent dans le système anthracifère, à tous les niveaux géologiques, comme si l'on ne devait rapporter qu'à un seul étage cette immense série de couches qui, cependant, est susceptible de se diviser naturellement en plusieurs groupes bien distincts. La composition minéralogique de ces mêmes couches est également exceptionnelle, si on veut les rapporter à l'époque oolitique. En effet, elles sont souvent entièrement formées de grès et de poudingues identiques avec ceux que l'on rencontre habituellement dans les terrains de transition, et jamais dans le terrain jurassique.

Un autre fait, sur lequel nous insisterons à cause de son importance, c'est que le vrai terrain jurassique alpin, celui auquel nous avons donné le nom de normal, existe à côté même du terrain anthracifère ; il l'entoure sur une grande longueur, et contraste fortement avec lui par l'ensemble de ses caractères. Nous allons en donner ici une description succincte.

Le meilleur point de départ pour bien étudier le terrain jurassique alpin est le pays compris entre La Mure et le village de Laffrey. Le contact de ce terrain avec les couches anthracifères

qui est ordinairement masqué par des dépôts d'alluvion ou des amas de détritiques modernes se trouve ici parfaitement à découvert. L'assise la plus basse est formée de bancs calcaires à texture grenue, quelquefois pétris d'Encrines, dont la puissance moyenne peut être évaluée à 5 ou 6 mètres. On y trouve les fossiles suivants, qui sont tous liasiques : *Gryphæa cymbium* (Sow.), *Rhynchonella variabilis* (d'Orb.), *Terebratula numismalis* (Lamk.), *Lima punctata* (Desh.), *Belemnites paxillosus* (Voltz). Par ses fossiles et ses caractères minéralogiques, ce calcaire forme un horizon très net dans le pays. A Nantison, près La Mure, et depuis le hameau du Villaret jusqu'à celui du Psychagnard, il recouvre immédiatement les grès anthraciteux. Sur les bords du lac Mort il repose sur des talcschistes; mais, plus près du village de Laffrey, il est superposé à des calcaires noirs schisteux faisant partie de la grande formation argilo-calcaire du terrain anthracifère inférieur. Ainsi qu'on le voit, ce calcaire repose indifféremment sur des couches de nature très diverse et distinctes sous le rapport de l'âge. En outre, partout où la ligne de contact est visible, on observe qu'elle est sinueuse, et qu'il y a discordance de stratification. Tout près de Laffrey on exploite un gîte très remarquable de blende, avec galène et bournonite. M. Jules Thévenet, ingénieur civil qui a dirigé l'exploitation, s'est assuré que la blende formait un amas irrégulier, situé immédiatement au-dessous du calcaire liasique, et déposé dans les dépressions d'une formation calcaire plus ancienne, en sorte que cet amas appartenait à la classe des dépôts métallifères nommés *gîtes de contact*, que l'on trouve à la jonction de deux terrains. Nous avons reconnu nous-même l'exactitude de cette observation. Enfin sur la grande route, à l'entrée du village de Laffrey, lorsqu'on arrive de Vizille, un déblai, opéré il y a quelques années par l'administration des ponts et chaussées, a mis à découvert une belle coupe naturelle, qui montre très distinctement, sur 20 à 25 mètres de longueur, le calcaire liasique en bancs épais reposant sur des schistes argilo-calcaires très-feuilletés, prolongement de ceux du terrain anthracifère. La ligne de contact est extrêmement sinueuse. En voyant les bancs calcaires s'arrêter brusquement à la rencontre du schiste, on ne peut douter qu'il ne se soit écoulé un long intervalle de temps entre la consolidation de celui-ci et le commencement du dépôt supérieur. On remarque à la jonction des deux terrains des roches altérées avec indices de pyrites et de galène qui paraissent représenter ici l'amas métallifère dont nous avons parlé plus haut. On ne peut se refuser à admettre, d'après ces faits, qu'il existe entre le calcaire liasique des environs de Laffrey et les couches

immédiatement inférieures, soit calcaires, soit arénacées, une solution de continuité très nette et très large.

Le calcaire de Laffrey est recouvert par des marnes de couleur foncée, alternant avec des strates calcaires plus solides dont la texture est tantôt compacte, tantôt grenue ou sublamellaire. Cet ensemble de couches, dont la puissance est de quelques centaines de mètres, occupe à peu près tout l'espace compris entre La Mure et le Drac. Il est remarquable par sa stratification tourmentée et par les gîtes de métaux précieux qui y sont disséminés en quantités à la vérité peu considérables. Les fossiles n'y sont pas rares. Nous avons recueilli les suivants au Pont-de-Cognet et aux environs de Saint-Arey : *Ammonites Walcotii* (Sow.), *A. heterophyllus* (Sow.), *A. cornucopiæ* (Young), *A. margaritatus* (d'Orb.), *Belemnites paxillosus* (Voltz). Ce groupe, que ses fossiles doivent faire rapporter au lias supérieur, s'enfonce sous une série de calcaires noirs schisteux qui bordent en général la rive gauche du Drac et sont recouverts presque partout par des alluvions anciennes de la vallée. Ces calcaires sont très pauvres en fossiles, et jusqu'à présent on n'y a découvert aucune coquille caractéristique de l'oolite inférieure. Néanmoins, comme ils en occupent la position géologique, ils me paraissent devoir y être rapportés (1).

A ces couches succède un puissant système de marnes et de schistes argilo-calcaires alternant ensemble. Les schistes argilo-calcaires qui dominent surtout en commençant renferment fréquemment des empreintes nombreuses de petites *Posidonies* appartenant à une espèce encore non décrite. Plus haut, ces mêmes schistes sont associés à des marnes qui contiennent des géodes remplies de petits cristaux de quartz. A ce niveau, il n'est pas rare de trouver dans ce terrain des *Ammonites*, des *Bélemnites* et des *Térébratules* parmi lesquelles nous citerons les *Ammonites tortisulcatus* (d'Orb.), *A. Zignodianus* (d'Orb.), *A. plicatilis* (Sow.), *A. oculatus* (Bean.), *A. tumidus* (Ziet.), *Belemnites hastatus*

(1) Depuis sa base, caractérisée par des coquilles liasiques, jusqu'à son assise la plus élevée, renfermant des fossiles oxfordiens, le terrain jurassique alpin est composé d'une série de couches intimement liées entre elles. Nulle part on n'aperçoit la moindre solution de continuité. Il faut bien admettre alors qu'entre ces deux termes extrêmes il y a des couches qui, sous le rapport de l'âge, correspondent à l'oolite inférieure. L'absence des coquilles caractéristiques de cet étage ne me paraît prouver qu'une seule chose, c'est que pendant qu'elles vivaient ailleurs, les Alpes n'offraient pas des conditions physiques favorables à leur naissance et à leur propagation.

(Blainv.), *Rhynchonella subsimilis* (d'Orb.). Tous ces fossiles se rencontrent habituellement dans l'étage oxfordien.

Ce système de marne et de schiste calcaire est couronné par une assise ordinairement très puissante d'un calcaire gris, traversé par des veines et de petits filons spathiques où l'on trouve un assez grand nombre de fossiles dont les principaux sont : *Terebratula diphya* (Buch), *Ammonites tatricus* (Pusch), *A. Hommairei* (d'Orb.), *A. viator* (d'Orb.), *A. plicatilis* (Sow.), *Belemnites hastatus* (Blainv.), *Aptychus imbricatus* (Von Mey.), *Aptychus lævis latus* (Von Mey.). Ce calcaire, que l'on exploite pour les constructions, près de la *Porte-de-France*, à Grenoble, termine la série des divers groupes qui constituent le terrain jurassique alpin. La puissance totale de ce terrain est très variable; dans le département de l'Isère, elle peut être estimée moyennement à sept ou huit cents mètres.

Le calcaire de la *Porte-de-France* se prolonge au loin dans les Alpes en conservant partout ses caractères distinctifs. Si, à partir de Grenoble, on remonte la vallée de l'Isère jusqu'à Albertville, puis celle de l'Arly jusqu'aux environs de Sallanches, on l'a constamment à sa gauche. C'est lui qui sert de support au grès vert de la montagne des Fis, au-dessus de Servoz. Plus loin, il coupe la vallée du Rhône près de Saint-Maurice, et le groupe de couches dont il fait partie repose ici sur le terrain anthracifère inférieur à stratification discordante, ainsi que l'a très bien figuré M. Favre (1). De Saint-Maurice jusqu'aux bains de Louech on l'a encore sur sa gauche et on le traverse dans toute son épaisseur en franchissant le passage de la Gemmi. Nous ne l'avons pas suivi plus loin de ce côté, mais il est certain qu'il s'étend bien au delà. Il résulte d'une savante note de M. de Buch (2) que sa trace, parfaitement indiquée par ses fossiles les plus caractéristiques, se prolonge de chaque côté des Alpes, en Suisse, en Piémont, en Lombardie et jusque dans les contrées vénitiennes. Si nous revenons à Grenoble, notre point de départ, on peut, en remontant la vallée du Drac, suivre ce même calcaire pas à pas jusqu'aux environs de Gap et de là dans le département des Basses-Alpes, où il couronne le terrain jurassique si riche en fossiles des environs de Digne et de Sisteron.

Voilà donc un terrain bien défini, dont les principaux caractères sont constants sur une immense étendue. Comparons-le au système anthracifère : si nous prenons les deux terrains à leur base, nous

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. IV, p. 997.

(2) *Bulletin*, 2^e sér., t. II, p. 359.

voyons partout le premier reposer sur le second, et, dans quelques localités, comme aux environs de La Mure et de Saint-Maurice, il y a entre eux une solution de continuité extrêmement nette. Si nous les considérons dans leurs parties les plus élevées, le premier terrain offre une puissante assise calcaire à fossiles oxfordiens qui s'étend d'une extrémité des Alpes à l'autre, tandis que le second est terminé par un dépôt exclusivement arénacé, de quelques lieues de longueur qui, par ses roches et ses restes de végétaux, ne diffère en rien d'un terrain houiller. Si maintenant nous envisageons les deux systèmes au point de vue de leur constitution générale géologique et paléontologique, nous remarquons que l'un d'eux ne renferme point de grauwackes ni de plantes houillères, mais seulement des roches calcaires et de nombreux fossiles de l'époque oolitique qui se succèdent dans le même ordre que dans le Jura, tandis que l'autre est composé de puissantes assises argileuses ou arénacées, en général riches en végétaux houillers, et alternant avec des masses calcaires où l'on trouve quelquefois, quoique rarement, des coquilles liasiques, quel que soit d'ailleurs leur niveau géologique. Si, à ce qui précède, nous ajoutons que le système anthracifère est au moins *dix fois plus épais* que le terrain jurassique alpin, on reconnaîtra qu'il n'y a aucun rapport entre eux, si ce n'est la présence d'un certain nombre de fossiles communs à l'un et à l'autre.

Nous allons maintenant passer à un dernier fait, connu seulement depuis quelques années et qui vient prêter un appui inattendu et bien remarquable aux considérations précédentes. Le terrain appelé *verrucano*, en Italie, est composé de schiste micacé et talqueux passant au gneiss, de poudingue anagénite, de grauwacke, de schiste argileux, de quartzite, et de calcaire grenu avec talc et mica. Ce système de roches, le plus ancien de la contrée, offre une grande ressemblance avec les poudingues et grès de Valorsine, du Trient, d'Ugine et d'autres localités appartenant au terrain anthracifère. Cette similitude de caractères a frappé M. de Labèche qui, dans son *Manuel géologique*, considère l'un de ces terrains comme l'équivalent de l'autre. Cette opinion a été partagée par les géologues les plus distingués, parmi lesquels nous citerons MM. Murchison, de Buch, Élie de Beaumont, d'Omalus-d'Halloy, etc. MM. de Collegno, Sismonda, et la plupart des géologues italiens l'ont également adoptée. Depuis, de nouvelles analogies sont venues encore la fortifier. Ainsi, on a découvert que les grès et schistes argileux anciens de la Toscane renfermaient, comme ceux de la Savoie, des empreintes végétales houillères.

Quelques espèces sont même communes aux deux pays. On a reconnu, en outre, que la formation du calcaire rouge ammonitifère, qui paraît représenter en Italie ce que nous avons nommé le terrain jurassique normal des Alpes, reposait en stratification discordante (1) sur le *verrucano*, de la même manière que la formation liasique de Laffrey recouvre elle-même transgressivement les grès et schistes anthracifères des environs. Il y a, comme on le voit, entre les deux terrains, de nombreux points de rapprochement. Il semble, par conséquent, que si l'on parvient à déterminer l'âge de l'un d'eux, celui de l'autre se trouvera par le fait même fixé avec un grand degré de probabilité. Or, cette détermination a été faite, il y a peu de temps, pour le *verrucano* et elle est fondée sur des caractères tels qu'elle paraît devoir être définitive. MM. les professeurs Savi et Meneghini ont découvert eux-mêmes dans cette formation, près du village de Jano, non loin de Volterra, des fossiles décidément paléozoïques dont voici la liste : *Pholadomya regularis* (d'Orb.), *Pholadomya plicata* (d'Orb.), *Cardinia tellinaria* (Koninck), *Cardiomorpha pristina* (d'Orb.), *Lepæta arachnoidea* (d'Orb.), *Spirifer glaber* (Sow.), *Cyathocrinus quinquangularis* (Miller), *Ceripora irregularis* (d'Orb.), *Productus* (espèces indéterminables) (2). Tous ces fossiles appartiennent à l'époque carbonifère. Comme les couches où on les a découverts renferment en outre de nombreuses empreintes de végétaux houillers, ce double caractère a fait cesser les doutes de la plupart des géologues italiens qui, après avoir longtemps discuté sur l'âge du *verrucano*, sont maintenant d'accord pour le rapporter aux terrains de transition.

Les faits qui tendent à séparer le système anthracifère du groupe oolitique et à le faire descendre dans les terrains de transition peuvent se résumer ainsi :

1° Les couches anthracifères, depuis les plus basses jusqu'aux plus élevées, renferment les genres et les espèces de végétaux les plus caractéristiques de l'époque carbonifère. On n'y trouve aucun débris de plante qui puisse se rapporter à la flore jurassique ;

(1) Il y a également discordance de stratification entre le calcaire rouge ammonitifère et les marbres de la Toscane, qui, en général, sont intimement liés au *verrucano* et en dépendent probablement.

(2) Voyez, à la page 210, l'ouvrage rempli de faits intéressants que MM. Savi et Meneghini ont publié sous le titre de : *Observations stratigraphiques et paléontologiques concernant la géologie de la Toscane* (*Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche, etc.*), Florence, 1851.

2° Par leur nombre, leur constitution minéralogique et leur épaisseur énorme, les divers étages anthracifères s'éloignent beaucoup des groupes qui constituent la série oolitique; ils ont, au contraire, de l'analogie avec les formations paléozoïques;

3° Il existe dans les Alpes un terrain qui ne diffère sous aucun rapport essentiel du groupe oolitique et, qui, d'un autre côté, contraste fortement, par l'ensemble de ses caractères, avec le terrain anthracifère. Ces deux terrains n'ont entre eux aucune liaison, et ne sauraient, en aucune manière, être considérés comme parallèles : de là, cette conséquence forcée, que si le premier, comme personne n'en doute, appartient à l'époque jurassique, le second doit être d'un âge différent;

4° Le terrain appelé *verrucano*, en Toscane, est semblable au terrain anthracifère, et la plupart des géologues les ont considérés comme contemporains. S'il en est ainsi, le système anthracifère doit être rangé dans la période de transition; car, on a découvert depuis peu que son équivalent, le *verrucano*, renfermait, outre des plantes propres au terrain houiller, des fossiles caractéristiques de l'époque carbonifère.

Il est bien possible que ces faits ne paraissent pas suffisants pour la classification définitive des couches anthracifères, mais on nous accordera au moins qu'ils sont de nature à faire naître des doutes sérieux sur l'âge que l'on attribue généralement à ces couches, et que c'est avec cette disposition d'esprit qu'on devra les étudier à l'avenir. Nous n'en demandons pas davantage, car nous sommes convaincu que plus on multipliera les observations sans avoir un parti pris d'avance, et plus on reconnaîtra que, malgré la présence d'un certain nombre de coquilles propres au lias, le terrain anthracifère n'appartient point à la période jurassique. D'où cette conséquence importante, qui déjà n'est plus douteuse pour nous, qu'à l'époque où les *Orthocères*, les *Productus*, les *Leptænes*, etc., étaient répandus dans les deux hémisphères, il y avait dans un petit coin de l'Europe un bassin où, grâce à des conditions physiques tout à fait exceptionnelles, pouvaient vivre des Ammonites, des Bélemnites, des Peignes, des Térébratules et d'autres mollusques d'espèces liasiques. Ces mollusques, si différents de ceux qui peuplaient alors les mers voisines, étaient très peu nombreux, et sans doute ils avaient de la peine à se propager, comme semble le prouver la rareté extrême de leurs dépouilles. Néanmoins il est probable qu'ils ont subsisté jusqu'à ce que, par l'effet de grands changements survenus à la surface du globe, les circonstances physiques soient devenues exclusivement favorables à l'entretien

et à la propagation de la vie sous les formes jurassiques. Alors, de la contrée occupée plus tard par les Alpes, où ils étaient confinés, ces animaux ont dû se répandre dans toute l'Europe et dans d'autres parties du monde; ils ont été la souche de cette grande faune oolitique dont nous admirons aujourd'hui l'abondance et la variété.

Nous terminerons cette notice par de courtes observations sur la carte (pl. VIII) et les coupes (pl. IX) qui l'accompagnent. La carte géologique est destinée à faire connaître dans son ensemble le système anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie. Indépendamment des divers étages anthracifères et du terrain jurassique normal dont nous avons parlé, cette carte indique les contours du groupe nummulitique et des roches cristallisées. Nous ne dirons rien du terrain nummulitique, qui a été décrit dans plusieurs mémoires spéciaux. Quant au terrain cristallisé, on sait qu'il est composé principalement de granite, de gneiss et de schiste micacé renfermant habituellement une proportion plus ou moins forte de talc. On y trouve également des eurites et des diorites schisteuses, et quelquefois des bancs subordonnés, soit de calcaire blanc cristallin, soit de grauwacke et de schiste argileux. A l'exception du massif de granite et de gneiss qui constitue les derniers gradins des Alpes du côté du Piémont, et qui offre les caractères des terrains granitiques les plus anciens, nous considérons le terrain cristallisé comme ayant été formé aux dépens des schistes calcaires et arénacés du terrain anthracifère inférieur qui aurait subi, sur une grande échelle, les altérations du métamorphisme.

Le terrain anthracifère supérieur n'a pas été lui-même à l'abri de ces modifications cristallines; sur quelques points elles sont très étendues. Nous les avons désignées sur notre carte par des hachures accompagnant les teintes qui distinguent les divers étages.

Les coupes géologiques jointes à notre travail sont au nombre de cinq; aucune d'elles n'est théorique, ou, en d'autres termes, elles n'indiquent que des superpositions parfaitement visibles et susceptibles d'être vérifiées directement par l'observation. La plus importante est celle qui s'étend de la Grave à Oulx, parce qu'elle embrasse doublement toute la série anthracifère. Par une coïncidence heureuse, elle passe par une série de points où les couches se succèdent avec régularité, et où l'on n'aperçoit aucune trace de failles profondes, ni de grands bouleversements, ce qui permet de constater leurs relations mutuelles avec toute la rigueur désirable. Dans ces diverses coupes on a un peu exagéré l'épaisseur des assises calcaires afin de les mieux faire ressortir.

M. Barrande demande à M. Scipion Gras si les couches anthracifères auxquelles il a assigné des numéros d'ordre, dans son travail sur le terrain anthracifère des Alpes, renferment chacune des fossiles spéciaux.

M. Scipion Gras répond que les fossiles du terrain anthracifère sont, d'une part, des coquilles d'espèce liasique, et, d'autre part, des empreintes de végétaux houillers. Jusqu'à présent il n'a pas rencontré les deux sortes de fossiles réunies dans le sein de la même couche : les coquilles se trouvent dans les assises calcaires, et les empreintes végétales dans les grès anthraciteux ; mais on observe d'une manière non douteuse plusieurs alternances entre les calcaires et les grès.

M. Barrande appelle l'attention de la Société sur la réponse de M. Scipion Gras. La réunion de fossiles jurassiques et de fossiles carbonifères est un fait d'un tout autre ordre qu'une alternance de couches à fossiles carbonifères et de couches à fossiles jurassiques : les conclusions que l'on est en droit de tirer dans les deux cas sont très différentes.

Séance du 19 février 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

LÉON BONNARDOT, rue du Cherche-Midi, 20, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry ;

JEAN OMBONI, docteur en mathématiques et professeur d'histoire naturelle, à Milan ; actuellement rue Racine, 12, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Hugard ;

RICORDEAU, docteur en médecine, à Seignelay (Yonne), présenté par MM. G. Cotteau et Alcide d'Orbigny.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. Des Moulins, *De la propriété littéraire en matière de nomenclature scientifique*, in-8, 24 p. Bordeaux, 1854, chez G. Gounouilhou.

De la part de M. Ch. Babbage, *On the constants of nature. Class mammalia*. — Sur les constantes de la nature. Classe des Mammifères. (extr. du *Compte rendu des travaux du congrès général de statistique réuni à Bruxelles au mois de septembre 1853*); in-4, 9 p. Bruxelles, 1853, chez M. Hayez.

De la part de M. Jacques Demaria, *Observations sur les causes de variations des espèces du règne animal et du règne végétal, dès le principe de la création jusqu'à nos jours, et considérations sur la formation des blocs erratiques, granitiques de l'Italie, de la Savoie et de la Suisse*, in-8, 7 p. Annecy, 1854, chez Louis Robert.

De la part de M. Norbert Ch. Dewael :

1^o *Observations sur les formations tertiaires des environs d'Anvers* (extr. du t. XX, n^o 1, des *Bull. de l'Acad. des sc., etc., de Belgique*), in-8, 36 p.

2^o *Rapport de M. Nyst sur le travail ci-dessus* (extr. du t. XX, n^o 1, des *mêmes Bulletins*), in-8, 6 p.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Note sur les combustibles minéraux de la Savoie*, in-8, 22 p. Anneci, 1854, chez Aimé Burdet.

De la part de M. A. Quételet :

1^o *Rapport adressé à M. le ministre de l'Intérieur sur l'état et les travaux de l'Observatoire royal pendant l'année 1853*, in-8, 16 p. Bruxelles, 1854, chez M. Hayez.

2^o *Sur le climat de la Belgique. Sixième partie : De l'hypsométrie*, in-4, 110 p. Bruxelles, 1854, chez M. Hayez.

De la part de M. Eugène Robert, *Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë pendant les années 1838, 1839 et 1840, sur la corvette la Recherche. Géologie, archéologie (Celtes)*, in-8, 308 p. Paris, ..., chez Arthus Bertrand.

De la part de M. Benjamin Vicuña Mackenna, *Le Chili considéré sous le rapport de son agriculture et de l'émigration*

européenne, in-18, 144 p. Paris, 1855, chez veuve Bouchard-Huzard.

De la part de M. Joh. Czjzek, *Geognostische Karte*, etc. (Carte géognostique des environs de Krems et du Manhardsberg, dans une étendue de 34 milles carrés, levée dans les mois d'août, septembre et octobre 1849), 1 f. grand aigle.

De la part de M. Franz Foetterle, *Die geologische Uebersichtskarte*, etc. (Carte géologique de la partie moyenne de l'Amérique du Sud), in-8, 22 p., 1 pl. Vienne, 1854, chez Anton Benko.

De la part de M. le docteur F. Sandberger, *Ueber die geognostische Zusammensetzung*, etc. (Sur la composition géognostique des environs de Weilburg), in-8, 48 p., 1 carte, 4 pl. Mayence.

De la part de M. Franz Ritter de Hauer :

1^o *Beiträge*, etc. (Matériaux pour l'étude des *Heterophyllen* des Alpes autrichiennes) (extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne*, 1854, vol. XII, p. 861), in-8, 52 p., 4 pl.

2^o *Beiträge*, etc. (Matériaux pour l'étude des *Capricornier* des Alpes autrichiennes) (extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne, cl. des sc. math. et nat.*, 1854, vol. XIII, p. 94), in-8, 30 p., 3 pl.

De la part de M. de Ritter de Zepharovich, *Beiträge*, etc. (Matériaux pour la géologie du cercle de Pilsen en Bohême) (extr. du *Jahrbuch de l'Institut géol. I. et R. d'Autriche*, 1854, 2^e trim., p. 271), in-4, 52 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 6 et 7.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. I, 1853, 2^e partie, *Tableaux météorologiques*, f. 8 à 11 et 30 à 33.

L'Institut, 1855, nos 1101 et 1102.

Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers publiés par l'Acad. R. des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, t. XXV, 1851-1853.

Bulletins de ladite Académie, t. XX, 3^e partie, 1853 ; t. XXI, 1^{re} partie, 1854. *Annexe aux Bulletins*, 1853-1854.

Annuaire de ladite Académie, 1854.

Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, in-8, t. I^{er}, 1^{er} cahier, août 1854; 2^e cahier, janvier 1855.

Mémoires de l'Académie I. des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 4^e série, t. IV, 1854.

Table alphabétique des matières contenues dans les seize premiers tomes de ladite Académie. Toulouse, 1854.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. IV, Bulletin n° 33.

The Athenæum, 1855, nos 1424 et 1425.

Revista minera, 1855, n° 113.

Jahrbuch, etc. (Annuaire de l'Institut géologique I. et R. d'Autriche), 1854, 5^e année, nos 2, avril-mai-juin.

Jahrbücher, etc. (Annuaire de l'Institut I. et R. pour la météorologie et le magnétisme terrestre), par Karl Kreil, 2 vol. in-4; 1^{er} vol., années 1848 et 1849; 2^e vol., année 1850. Vienne, 1854, chez W. Braumüller.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2^e série, n° 53, septembre 1854.

M. Damour présente le rapport des recettes et dépenses de l'année 1854.

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année 1854 pour la Société géologique de France, présenté par M. le baron DE BRIMONT, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1854.	RECETTES effectuées en 1854.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions. . .	1	Droits d'entrée et de diplôme. . .	500 »	520 »	20 »	»
	2	de l'année courante. . .	8,000 »	8,990 »	990 »	»
§ 2. Produits extraord. des réceptions. . .	3	Cotisations { des années précédentes. . .	1,500 »	2,020 »	520 »	»
	4	anticipées.	300 »	365 »	65 »	»
	5	Cotisations une fois payées.	600 »	800 »	200 »	»
§ 3. Produits des publi- cations.	6	de Bulletins.	800 »	968 »	168 »	»
	7	de Mémoires.	700 »	480 »	»	220 »
	8	Vente de cartes coloriées.	20 »	14 »	»	6 »
	9	de l'Histoire des progrès de la géologie.	1,000 »	2,124 40	1,124 40	»
	10	Arrérages de Rentes 4 1/2 o/o	1,461 »	1,461 »	»	»
	11	sur l'État. { 3 o/o	284 50	317 »	32 50	»
	12	Encaissement de Bons du Trésor. . .	3,000 »	1,000 »	»	2,000 »
	13	Arrérages desdits.	195 »	30 »	»	165 »
§ 4. Recettes diverses. .	14	Allocation de M. le ministre de l'in- struction publique	1,000 »	1,000 »	»	»
	15	Recettes imprévues.	50 »	6 90	»	43 »
	16	Remboursement des frais de mandats. .	20 »	28 10	8 10	»
	17	Recettes extraord. relat. au Bulletin. .	200 »	200 »	»	»
	18	Recette extraordinaire (loyer). . . .	400 »	400 »	»	»
§ 5. Solde du compte précédent.	19	Totaux des recettes.	20,030 50	20,721 40	3,116 90	2,434 »
		Reliquat en caisse au 31 décembre 1853.	3,743 35	3,743 35	»	»
		Totaux de la recette et du reliquat en caisse.	23,773 75	24,464 75	»	»

COMPARAISON.

La Recette présumée était de. 23,773 85

La Recette effectuée est de. 24,464 75

Il y a augmentation de Recette de. 690 90

Il y a en plus en réserve 3000 fr. en bons
du Trésor remboursables en 1855. 3,000 »

Total. 3,690 90

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1854.	DÉPENSES effectuées en 1854.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel.	1	Agent { son traitement.	1,800 »	1,800 »	» »	» »
	2		300 »	300 »	» »	» »
	3		200 »	200 »	» »	» »
	4		200 »	200 »	» »	» »
	5	Garçon de bureau { ses gages.	800 »	800 »	» »	» »
	6		100 »	100 »	» »	» »
§ 2. Frais de logement.	7	Loyer, contributions, assurances.	1,550 »	1,520 60	» »	29 40
	8	Chauffage et éclairage.	509 »	515 65	15 65	» »
§ 3. Frais de bureau.	9	Dépenses diverses.	500 »	578 85	78 85	» »
	10	Ports de lettres.	150 »	117 65	» »	32 35
§ 4. Encaissements.	11	Impressions d'avis, circulaires.	300 »	205 30	» »	91 70
	12	Change et timbre de mandats.	100 »	100 70	» 70	» »
§ 5. Matériel.	13	Mobilier.	200 »	5 »	» »	145 »
	14	Bibliothèque.	1,000 »	359 65	» »	640 35
	15	Collections.	50 »	» »	» »	50 »
	16	Bulletin { impr., papier, planches.	7,000 »	6,295 30	» »	704 70
	17		4,400 »	1,122 95	22 95	» »
§ 6. Publications.	18	Histoire des progrès de la géologie.	1,000 »	914 »	» »	86 »
	19	Mémoires { achat d'exemplaires.	1,000 »	2,000 »	1,000 »	» »
	20		50 »	» »	» »	50 »
	21		» »	» »	» »	» »
	22		» »	» »	» »	» »
§ 7. Placement de capi- taux.	23	Achat de Rentes sur l'État.	600 »	750 55	150 55	» »
	24	Placements sur le Trésor.	3,000 »	3,000 »	» »	» »
§ 8. Dépenses imprév..	25	Avances recouvrables.	50 »	18 »	» »	32 »
Totaux.			21,575 »	20,960 05	1,268 70	1,883 65

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de.	21,575 »
La Dépense effectuée est de.	20,960 05
Il y a diminution de.	614 95

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1854.

La Recette totale étant de.	24,464 75
Et la Dépense totale étant de.	20,960 05
Il reste en caisse audit jour.	3,504 70

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

		NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS.	
			fr.	c.
Recette {	antérieurement à 1854...	108	32,117	70
	pendant l'année 1854.....	2	800	»
Totaux.....		110	32,917	70
Legs Robertson.....			12,600	»
Total des capitaux encaissés.			45,517	70
PLACEMENTS EN RENTES.				
1,461 fr. de rentes 4 1/2 o/o acquises	fr.	c.	} 45,333 25	
antérieurement à 1854.	37,839	70		
291 fr. de rentes 3 o/o acquises				
antérieurement à 1854.	6,743	»		
32 fr. de rentes 3 o/o acquises			} 45,333 25	
pendant 1854.....	750	55		
1,784 fr. de rentes. — Excédant de la recette sur la dépense.....			184	45

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES.

Au 31 décembre 1853, les membres maintenus sur les listes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 1854 s'élevaient au nombre de 485, dont :

387 membres payant cotisation annuelle	} ci . .	485
et 98 membres à vie		

Les réceptions, du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1854,	
sont montées à	32

En plus, 2 membres à vie.	2
-----------------------------------	---

Total. . . .	519
--------------	-----

A déduire pour cause de décès, démissions et radiations.	28
--	----

Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 1^{er} janvier 1855, s'élève à. 494

dont 392 membres payant cotisation annuelle,
et 99 membres à vie.

Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1854.

Messieurs ,

Nous avons été chargés, MM. Graves, Viquesnel et moi , de vérifier les comptes du trésorier pendant l'année 1854 ; je viens vous présenter les résultats de notre examen.

RECETTE.

La recette présumée, non compris un reliquat en caisse de 3,743 fr. 35 c., a été portée au budget pour une somme de 20,030 fr. 50 c. La recette effectuée s'est élevée à 20,721 fr. 40 c. ; elle présente donc, sur les prévisions, une augmentation de 690 fr. 90 c. .

§§ I et II. *Produits ordinaires et extraordinaires des réceptions.*

Les deux premiers paragraphes , composés de cinq articles , présentent de notables augmentations, particulièrement sur les articles 2 et 3.

Art. 1 ^{er} . <i>Droits d'entrée et de diplôme.</i>	20 fr.
Art. 2. <i>Cotisations de l'année courante.</i>	990
Art. 3. <i>Cotisations des années précédentes.</i>	520
Art. 4. <i>Cotisations anticipées.</i>	65
Art. 5. <i>Cotisations une fois payées.</i>	200
Total des augmentations.	1,795 fr.

Art. 5. On avait prévu au budget *deux cotisations une fois payées*, soit 600 fr. : les 200 fr. qui figurent en plus sont des solde et à-compte de premiers versements faits par des membres inscrits déjà comme *membres à vie*.

§ III. *Produit des publications.*

Les articles 6 et 9 de ce paragraphe ont éprouvé de l'augmentation ; les articles 7 et 8, au contraire, ont subi une diminution.

Art. 6. (*Vente du Bulletin.*) Augmentation, 168 fr. Indépendamment des autres causes qui font rechercher notre *Bulletin*, l'augmentation de cette année doit être aussi attribuée à la mise en vente de la première série, dont le prix est fixé à 2 fr. le volume. Cette vente du *Bulletin* se compose de 21 abonnements pris par voies des libraires, et montant à.

Exemplaires vendus aux membres de la Société.	264
Vente aux Sociétés étrangères.	30
Rentrée d'arriéré.	78

Total. 596 fr.

Art. 7. La diminution de 220 fr. est due à ce qu'il n'y a pas eu de publication du demi-volume, contrairement aux prévisions du budget.

Art. 9. (*Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.*) Augmentation de 1,121 fr. 40 c. Ce chiffre montre avec quelle faveur cet ouvrage continue d'être accueilli par le public.

La vente, pendant l'exercice 1854, porte sur les cinq volumes publiés. Elle a produit 2,121 fr. 40 c., savoir :

T. I ^{er} .	{	10 exempl. vendus aux	fr. 50 »	{	122 »
		membres. . .			
T. II.	{ 1 ^{re} part.	15 exempl. vendus aux	72 »	{	88 50
		libraires. . .			
	{ 2 ^e part.	15 exempl. vendus aux	37 50	{	133 50
		membres. . .			
T. III.	{	17 exempl. vendus aux	51 »	{	205 80
		libraires. . .			
	{	20 exempl. vendus aux	96 »	{	205 80
		libraires . . .			
{	21 exempl. vendus aux	105 »	{	205 80	
	membres. . .				
{	21 exempl. vendus aux	100 80	{	205 80	
	libraires. . .				
A reporter.		134	fr.	569 80	

<i>Report.</i> 134		fr. 559 80
T. IV.	29 exempl. vendus aux membres.	145 »
	27 exempl. vendus aux libraires.	129 60
		274 60
T. V.	125 exempl. vendus aux membres.	625 »
	140 exempl. vendus aux libraires.	672 »
		1,297 »
Total. . . . 455 exempl. ayant produit		fr. 2,121 40

La vente, de 1847 à 1849, monte à 1940 exemplaires, ayant produit une somme de 8,204 fr. 60 c.; si l'on y ajoute celle du dernier exercice, on voit que la vente totale monte à 2,395 exemplaires, ayant produit une somme de 10,326 fr.

Les allocations ministérielles reçues par la Société jusqu'à ce jour s'élèvent à.	fr. 9,000 »
Si l'on y réunit le produit de la vente.	10,326 »
On a pour le total de la recette.	19,326 »

La dépense relative aux cinq premiers volumes monte à.	20,139 30
Découvert de la Société au 31 décembre dernier.	813 30

Les dons faits, cette année, par la Société s'élèvent à 13 exemplaires.

La totalité des dons, à dater de l'époque où le premier volume a paru, s'élève à 533 exemplaires.

T. I ^{er}	A des membres qui ont acquitté la cotisation de 1847.	337	386 exempl.
	A des Sociétés savantes.	49	
T. II.	1 ^{re} part. A des Sociétés savantes.	41	78
	2 ^e part. A des Sociétés savantes.	37	
T. III.	A des Sociétés savantes.	38	
T. IV.	A des Sociétés savantes.	31	
Total.			533 exempl.

Enfin, les exemplaires vendus ou donnés par la Société s'élèvent aux chiffres suivants :

T. I ^{er} .		682 exemplaires.
T. II.	{ 1 ^{re} partie.	580
	{ 2 ^e partie.	532
T. III.		457
T. IV.		409
T. V.		265

Total de la vente. . . . 2,925 exemplaires.

§ IV. *Recettes diverses.*

Art. 10 et 11. (*Rentes sur l'État.*) Augmentation de 32 fr. 50 c. sur la rente 3 pour 100. Il reste à employer une somme de 184 fr., qui sera ajoutée au premier versement de 300 fr. pour *Cotisation à vie*.

Art. 12 et 13. (*Encaissement de bons du Trésor.*) La rentrée des bons du Trésor ne figure au chapitre de la recette que pour une somme de 1,000 fr., au lieu de 3,000 fr. portés au budget. Ce compte sera régularisé dans le courant de 1855, à l'échéance des bons actuellement entre les mains du trésorier entrant. Ces bons représentent une somme de 3,000 fr.

Art. 18. (*Recettes extraordinaires.*) La somme de 400 fr. portée à cet article, a été payée par la Société de météorologie pour sa part contributive dans les frais du loyer.

Résumé de la recette.

Les augmentations de la recette, montant à 3,416 fr. 90 c., portent particulièrement sur les cotisations, la vente du *Bulletin* et la vente de l'*Histoire des progrès de la géologie*. Les diminutions, s'élevant à 2,434 fr., portent sur la vente des *Mémoires*, l'encaissement et les arrérages des bons du Trésor et sur les recettes imprévues.

DÉPENSE.

La dépense présumée a été portée au budget pour une somme de 21,575 fr.; la dépense effectuée s'est élevée à

20,960 fr. 05 c. ; il y a par conséquent économie de 614 fr. 95 c.

§§ I, II, III, IV et V.

Les huit premiers articles n'offrent que peu ou point de différence entre la dépense effectuée et les prévisions du budget : nous passons aux articles suivants :

Art. 9. Les *Dépenses diverses* présentent une augmentation de 78 fr. 85 c., motivée par les frais d'installation et d'emmagasinement dans des locaux nouvellement échangés.

Art. 10. (*Port de lettres.*) Cet article présente une diminution de 32 fr. 35. Nous trouvons néanmoins que la somme de 117 fr. 65 c., qui représente les frais de ports de lettres, pourrait être encore notablement réduite, et nous prions de nouveau nos confrères d'affranchir les lettres et les mémoires qu'ils adressent à la Société, afin de lui épargner une dépense sans utilité pour elle.

Art. 12. (*Change et timbre de mandats.*) Nous ferons la même observation sur cet article. La dépense de 100 fr. 70 c., employée en frais de mandats, serait facilement épargnée si nos confrères résidant en province ou à l'étranger voulaient bien adresser directement leurs cotisations au siège de la Société.

Art. 13. (*Mobilier.*) Diminution : 145 fr. On a encore différé, cette année, l'achat de divers meubles, en vue de la probabilité d'un déménagement prochain.

Art. 14. (*Bibliothèque.*) On avait prévu une dépense de 1,000 fr., particulièrement applicable aux frais de reliure. Il n'a été dépensé que 359 fr. 65 c. Il est à désirer que l'on consacre en 1855 une plus forte somme à cette mesure de conservation dont la nécessité est bien reconnue.

§ VI. Publications.

Art. 16 et 17. L'impression du *Bulletin* présente une diminution de 704 fr. 70 c. Le port du *Bulletin* donne une augmentation de 22 fr. 95 c.

Art. 18. La dépense prévue pour l'impression de l'*Histoire des progrès de la géologie* figure au budget pour une somme

de 1,000 fr., sur laquelle on n'a payé que 914 fr. : il y a eu par conséquent économie de 86 fr.

Art. 19. (*Achat de mémoires.*) Une somme de 1,000 fr. seulement avait été portée au budget ; l'état satisfaisant de la caisse a permis de payer 2,000 fr., qui viendront en avance et en déduction des sommes à verser en 1855.

§ VII. *Placement de capitaux.*

Art. 23. L'augmentation de 150 fr. 55 c. que présente *l'achat de rentes sur l'État* provient d'un excédant resté disponible sur ce chapitre.

Résumé de la dépense.

Les augmentations, s'élevant à 1,268 fr. 70 c., portent principalement sur *l'achat des mémoires* et le *placement de capitaux*. Les diminutions, montant à 1,883 fr. 65 c., portent en majeure partie sur les *publications*, le *mobilier* et la *bibliothèque*.

CONCLUSIONS.

Le reliquat existant en caisse au 31 décembre dernier s'élève à 3,504 fr. 70 c. Indépendamment de cette somme, la Société compte parmi ses ressources disponibles, 3,000 fr. placés en bons du Trésor, remboursables vers la fin de février 1855.

Les inscriptions de rente 4 1/2 et 3 pour 100 donnent ensemble un revenu de 1,784 fr.

L'exposé qui précède démontre que la Société géologique continue de se maintenir dans un état prospère.

Nous n'avons que des éloges à donner à notre agent qui s'acquitte avec la plus grande ponctualité de ses fonctions, devenues, depuis quelques années, plus laborieuses et plus compliquées.

Nous devons également appeler votre attention sur le zèle qu'a montré M. de Brimont, trésorier sortant, qui a su introduire dans notre comptabilité une lucidité parfaite et de nouveaux perfectionnements. M. de Brimont, avec un véritable

dévouement, a bien voulu conserver ces fonctions pendant six années consécutives. Nous vous proposons de lui donner décharge de sa gestion et de lui voter des remerciements.

A. DAMOUR, rapporteur.

Auguste VIKESNEL.

GRAVES.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

M. le marquis de Roys, trésorier, présente le budget de 1855.

Projet de Budget pour 1855.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de recette.	NUMÉROS DES ARTICLES	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1854.	RECETTES effectuées en 1854.	SOMMES prévues pour 1855.
\$ 1. Produits ordinaires des réceptions. . .	1	Droit d'entrée et de diplôme.	500 »	527 »	500 »
	2	de l'année courante.	8,000 »	8,990 »	9,000 »
\$ 2. Produits extraord. des réceptions. . .	3	Cotisations. . . { des années précédentes.	1,500 »	2,020 »	1,000 »
	4	anticipées.	300 »	365 »	300 »
\$ 3. Produits des publications.	5	Cotisations une fois payées.	600 »	800 »	700 »
	6	Bulletin.	800 »	963 »	700 »
	7	Histoire des progrès de			
	8	Vente de . . { la géologie.	1,000 »	2,121 40	1,000 »
	9	Mémoires.	700 »	480 »	700 »
	10	Cartes coloriées.	20 »	14 »	20 »
	11	Arrérages de rentes { 4 1/2.	1,461 »	1,461 »	1,461 »
	12	sur l'État. . . . { 3 %o.	284 50	317 »	323 »
	13	Encaissements de bons du Trésor.	3,000 »	1,000 »	3,000 »
	14	Arrérages des bons du Trésor.	195 »	30 »	165 »
\$ 4. Recettes diverses. .	15	Allocation du ministre de l'instruction publique.	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	16	Recettes imprévues.	50 »	6 90	20 »
	17	Remboursement des frais de mandats.	20 »	28 10	10 »
	18	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	200 »	200 »	50 »
		Recette extraordinaire (loyer).	400 »	400 »	500 »
			20,030 50	20,721 40	20,749 »
\$ 5. Solde des comptes de 1854.	19	Reliquat en caisse au 31 décembre 1854.			3,504 70
		Total de la recette prévue pour 1855.			24,253 70

*Projet de Budget pour 1855.***DÉPENSE.**

DÉSIGNATION des chapitres de dépense.	NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1854.	DÉPENSES effectuées en 1854.	DÉPENSES prévues pour 1855.
§ 1. Personnel.	1	Agent. { son traitement.	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2		300 »	300 »	300 »
	3		200 »	200 »	200 »
	4		200 »	200 »	200 »
	5	Garçon de bureau. { ses gages.	800 »	800 »	800 »
	6		100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de logement. {	6 bis	Garçon supplémentaire.	» »	» »	400 »
	7	Loyer, contributions, assurances	1,550 »	1,520 60	1,500 »
	8	Chauffage, éclairage.	500 »	515 65	750 »
§ 3. Frais de bureau.	9	Dépenses diverses.	500 »	578 85	600 »
	10	Port de lettres.	150 »	117 65	150 »
§ 4. Encaissement.	11	Impressions d'avis, circulaires.	3 0 »	205 30	200 »
	12	Change et retour de mandats.	100 »	100 70	100 »
§ 5. Matériel	13	Mobilier.	200 »	55 »	300 »
	14	Bibliothèque.	1,000 »	359 65	1,000 »
	15	Collections.	50 »	» »	50 »
	16	Bulletin	7,000 »	6,295 30	7,000 »
§ 6. Publications.	17	port du Bulletin.			
	18	Histoire des progrès de la géologie.	1,100 »	1,122 95	1,100 »
	19	achat d'exemplaires	1,000 »	914 »	1,000 »
	20	dépenses supplémentaires.	1,000 »	2,000 »	2,000 »
	21	Mémoires.	50 »	» »	200 »
§ 7. Placement de capitaux.	22	menus frais. — Coloriage de cartes.	25 »	5 85	50 »
	23	Achats de rentes sur l'État.	600 »	750 55	885 »
§ 8. Dép. imprévues.	24	Placements en bons du Trésor.	» »	» »	3,000 »
		Avances remboursables.	50 »	15 »	50 »
			18,575 »	17,960 05	23,735 »

RÉSULTAT GÉNÉRAL.

La recette étant de. 24,403 fr. 70 c.

Et la dépense de. 23,735 »

La différence serait de. 668 fr. 70 c.

Ce qui permettra de maintenir la réserve de 3,000 francs placée en bons du Trésor.

Le budget est voté.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Recherches sur la production artificielle des minéraux des familles des silicates et des aluminates, par la réaction des vapeurs sur les roches, par M. Daubrée.

La géologie moderne admet comme démontrée une modification des roches au contact ou dans le voisinage des terrains massifs cristallins : c'est cette idée théorique qui leur a valu la qualification de *roches métamorphiques*.

Depuis la mémorable expérience de James Hall, on a admis comme agent principal de métamorphisme une température élevée. Toutefois, la seule intervention de la chaleur ne peut expliquer dans leurs détails les modifications profondes que les roches ont subies dans de nombreuses contrées : des actions chimiques complexes ont évidemment contribué aussi à altérer le type primitif.

Dans des recherches antérieures, qui ont reçu l'approbation de l'Académie des sciences (1), je me suis principalement occupé de la reproduction des minéraux propres aux gîtes stannifères, et des réactions réciproques des vapeurs l'une sur l'autre. Les nouvelles expériences dont j'ai l'honneur de lui soumettre aujourd'hui les résultats ont, avec quelques modifications dans les procédés, la même idée théorique pour point de départ, et en étendent la portée à une catégorie de roches cristallines.

Le chlorure de silicium réagissant à l'état de vapeur et à la température rouge sur les bases qui entrent dans la constitution des roches, par exemple la chaux, se décompose en formant, par échange, du chlorure de calcium et de l'acide silicique. Tantôt cet acide reste libre, tantôt il se combine avec la base en excès et forme des silicates simples ou multiples.

Cette réaction présente ceci de remarquable sous le rapport chimique, et surtout au point de vue géologique, que l'acide silicique qui prend ainsi naissance et les silicates qui en sont les produits ont une grande tendance à cristalliser. Les cristaux sont petits, mais, en général, fort nets.

En outre, il importe de l'observer, la cristallisation de ces

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1^{er} avril 1850; *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e sér., t. VII, p. 267, et t. VIII, p. 347.

composés a lieu alors à une température de beaucoup inférieure à leur point de fusion.

Avec la chaux, la magnésie, l'alumine, la glucine, on obtient du *quartz cristallisé* sous la forme ordinaire de prisme hexagonal pyramidé, et une partie de la base passe à l'état de silicate.

C'est ainsi que le silicate de chaux nommé *wollastonite* a une grande tendance à se produire en tables rhombes avec deux larges faces de troncature qui remplacent les angles obtus, forme habituelle des cristaux naturels. Souvent ces tables sont groupées perpendiculairement entre elles à la manière des prismes de staurotide.

C'est ainsi qu'avec la magnésie on obtient le *péridot* en prismes rectangulaires.

L'alumine donne un silicate en prismes allongés, à bases obliques, inattaquable par les acides, infusible, et avec tous les caractères du *disthène*. Il est assez intéressant de voir ici du chlorure d'aluminium se former aux dépens du silicium.

Pour former un silicate double ou multiple, il faut non-seulement mélanger les bases à silicater dans des proportions convenables, mais encore fournir, en ajoutant en excès l'une d'entre elles ou la chaux, l'oxygène nécessaire à la formation de l'acide silicique.

Un mélange de chaux et de magnésie donne des cristaux de *pyroxène diopside*, incolore, d'une limpidité parfaite; ils présentent le biseau qui est ordinaire à l'augite.

Sept équivalents de potasse ou de soude, un équivalent d'alumine, ou bien un équivalent d'alcali, un équivalent d'alumine avec six équivalents de chaux produisent, sous la réaction du chlorure de silicium, des cristaux en prismes obliques avec biseau obtus, à peu près inattaquables par l'acide sulfurique, fusibles au chalumeau, qui, en un mot, présentent tous les caractères des *feldspaths*.

Par le même procédé, et en faisant varier les proportions et la nature des bases soumises au chlorure de silicium, je suis arrivé à des silicates offrant les caractères cristallographiques et chimiques de la *willémité*, de l'*idocrase*, du *grenat*, de la *phénakite*, de l'*émeraude*, de l'*euclase* et du *zircon*.

En mélangeant les éléments qui répondent aux compositions récemment données par M. Rammelsberg pour les tourmalines magnésiennes et ferro-magnésiennes, et y ajoutant un excès de magnésie ou de chaux pour fournir de l'oxygène au silicium, j'ai obtenu, au milieu de cristaux de quartz, des prismes hexago-

naux, qui présentent d'ailleurs les caractères extérieurs et chimiques de la *tourmaline*.

Le chlorure d'aluminium peut être utilisé de la même manière que le chlorure de silicium. En passant sur de la chaux au rouge, il produit du chlorure de calcium et de l'alumine en cristaux qui se rapportent à deux types propres au *corindon*, le prisme basé avec bordure, et la double pyramide très aiguë. Les uns et les autres ont une grande ressemblance, à part les dimensions, avec les *télesies*.

La même réaction a lieu avec la magnésie, et en outre, dans ce dernier cas, une partie de l'alumine régénérée peut se combiner avec la magnésie en excès, de manière à produire du *spinelle* reconnaissable à la forme de ses cristaux en octaèdres réguliers tronqués sur les arêtes. Toutefois, il est préférable, pour obtenir le spinelle, de mettre un mélange de chlorure d'alumine et de chlorure de magnésium en présence de la chaux portée à la chaleur rouge. Avec les chlorures de zinc et d'aluminium, on produit le spinelle zincifère ou *gahnite*.

Le chlorure de titane amené sur de la chaux donne le titane oxydé sous la forme de la *brookite*, et sous celle de tables carrées, comme l'*anatase*.

L'oxyde d'étain, obtenu d'une manière analogue, est en cristaux de même forme que celui que j'avais antérieurement produit par réaction sur la vapeur d'eau. Ainsi la forme en prisme rectangulaire persiste, pour l'oxyde de titane et pour l'oxyde d'étain produits par décomposition des chlorures de ces métaux, à des températures comprises au moins entre 300 et 900 degrés.

En faisant réagir le perchlorure de fer sur la chaux, j'ai obtenu le *fer oligiste* soit en cristaux spéculaires des plus nets, comme ceux du Saint-Gothard, soit en lames hexagonales transparentes, présentant par réfraction la couleur rouge du rubis. Le perchlorure de fer mélangé au chlorure de zinc donne, dans les mêmes conditions, une combinaison cristallisée analogue à la *franklinite*.

Enfin, la magnésie cristallisée ou *périclase* de la Somma peut être facilement obtenue aussi par la réaction de la chaux sur le chlorure de magnésium, qu'on trouve parmi les abondantes vapeurs chlorurées des fumaroles du Vésuve. Le même chlorure, décomposé par la vapeur d'eau, donne aussi la *périclase*, et le chlorure de zinc fournit le *zinc oxydé* cristallisé.

Afin de me rapprocher davantage des conditions de la nature,

j'avais d'abord tenté d'exécuter une partie des expériences dont il vient d'être question sous de fortes pressions, en renfermant dans des canons de fusil bien fermés de la craie avec des chlorures de silicium ou d'aluminium. Les petits tubes de verre scellés à la lampe, dans lesquels étaient contenus ces derniers corps, étaient placés au milieu de la craie, et ne devaient éclater que quand la chaleur avait pénétré jusqu'au centre de la masse : c'est seulement alors que les chlorures pouvaient réagir sur la chaux. Mais dans cette manière d'opérer, le chlorure de silicium et celui d'aluminium, bien qu'enveloppés d'une couche de carbonate de chaux, se portaient de préférence sur le fer du canon pour former du chlorure de fer qui se décomposait ultérieurement. D'ailleurs tous les canons de fusil, quelque épais qu'ils fussent, quel que fût le soin apporté à leur fabrication, étaient déchirés par la force expansive des gaz, auxquels ils ne pouvaient résister à une température où le ramollissement leur avait déjà fait perdre beaucoup de leur ténacité.

Les expériences dont nous venons de rendre compte, je me hâte de le faire observer, n'ont pas pour conséquence d'attribuer à la voie sèche un caractère exclusif dans le métamorphisme des roches. Il n'est en effet nullement prouvé que la présence d'une certaine quantité d'eau soit, à de hautes températures, un obstacle à des réactions semblables, puisque, dans les belles expériences de M. de Sénarmont, nous voyons la silice et l'alumine se séparer, anhydres, d'une dissolution aqueuse par une température de 300 à 400 degrés. Mais les difficultés que l'on rencontre en opérant sous de fortes pressions, et à des températures élevées, m'ont fait renoncer à tenter des réactions analogues où l'eau aurait servi de dissolvant à divers chlorures, ainsi qu'il est sans doute arrivé dans de nombreux cas naturels.

La richesse privilégiée des calcaires cristallins en minéraux souvent tout à fait étrangers aux roches voisines, ne peut résulter seulement de ce que la chaux, en y réagissant sur la silice, a servi à former des silicates particuliers. Quelles que fussent les impuretés originelles de ces calcaires, plusieurs minéraux n'ont pu s'y développer sans l'introduction postérieure d'agents chimiques qui leur étaient étrangers. Telle est la magnésie native ou périclase, disséminée en petits cristaux dans des blocs de calcaire magnésien à la Somma ; tel est le corindon engagé dans la dolomie du Saint-Gothard ; tel est encore le spinelle si abondant dans les calcaires subordonnés au gneiss aux États-Unis, où, dans la

région limitrophe entre les États de New-Jersey et de New-York, ils forment une zone de plus de 30 kilomètres (1). C'est à ce même groupe de précipités basiques enclavés dans le calcaire qu'appartiennent les riches amas de zinc oxydé rouge avec franklinite, qui s'étendent aux environs de Stirling sur 13 kilomètres de longueur. On sait que le spinelle s'est aussi développé dans le calcaire à Monzoni, en Tyrol et en Scandinavie. Celui de Ceylan, que l'on exploite dans les sables de l'île de Candie avec les beaux corindons hyaliens, si brillamment colorés, et la cymophane, que cette île fournit depuis des siècles aux lapidaires, n'ont pas encore été rencontrés dans leur roche mère; mais, d'après les observations de M. J. Davy, ils paraissent appartenir à la dolomie qui est très développée dans la même région de cette patrie des gemmes. Enfin, pour se borner à un petit nombre d'exemples, c'est dans des conditions analogues de gisement que se trouvent les amas de corindon granulaire ou émeri de diverses contrées.

L'arrivée de combinaisons salines dont le carbonate de chaux a précipité les bases rend assez bien compte de la formation dans cette classe de minéraux, dont le corindon et le spinelle représentent les principaux types.

Les expériences dont s'occupait Ebelmen, au moment où une mort si prématuré est venu le ravir à la science, avaient précisément pour but la précipitation des silicates et des borates par la chaux et sous l'influence de la voie sèche. « Si les roches calcaires, dit Ebelmen, en terminant son dernier mémoire, se sont trouvées pendant un long espace de temps en contact avec les roches silicatées à l'état de fusion, il a dû se produire, outre la fusion et la cristallisation du carbonate de chaux, des réactions entièrement comparables à celles signalées dans ce mémoire (2). » Toutefois cette conclusion, dont on ne saurait méconnaître la valeur, ne paraît pas devoir s'appliquer à la plupart des minéraux renfermés dans les calcaires cristallins, notamment aux spinelles. Si, en effet, les spinelles à base de magnésie ou de fer résultaient de l'action immédiate du calcaire sur les roches cristallines voisines, ces premiers composés seraient concentrés, comme par plaques, en une sorte de *salbande*, le long de la surface de jonction des deux ro-

(1) Souvent le spinelle est accompagné de corindon, comme à Amity, où ce dernier minéral tapisse l'intérieur même des cristaux de spinelle.

(2) *Recherches sur la cristallisation par voie sèche. Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1^{er} novembre 1851.

ches génératrices, près de laquelle il se serait simultanément développé des silicates à base de chaux. La fixité et l'infusibilité du spinelle ne lui auraient pas permis de se disperser en petits cristaux dans toute l'épaisseur de l'amas calcaire.

Cette dernière circonstance suffit pour faire admettre que l'agent qui a provoqué la formation du spinelle a pu s'insinuer dans l'intérieur de la masse calcaire, comme le feraient un liquide et des vapeurs en présence d'une roche poreuse ou sillonnée, et sous l'influence d'une forte pression. Le sel primitif n'étant plus représenté que par les bases qui en ont été précipitées, on doit croire que son élément électro-négatif a été éliminé, combiné à la chaux, à raison de sa solubilité dans l'eau, comme il est en général arrivé dans les filons métallifères et dans les roches cristallines, même les plus compactes. De toutes les émanations qui sortent encore des laboratoires souterrains, ce sont les chlorures qui paraissent le mieux satisfaire à ces dernières conditions du problème.

La région des États-Unis, si privilégiée par sa richesse en spinelle, se distingue aussi, parmi les autres contrées connues, par l'abondance extraordinaire avec laquelle s'y est développé le silicate magnésien fluorifère connu sous le nom de chondrodite. Non-seulement l'un et l'autre minéral se sont formés dans les mêmes roches, mais leurs cristaux sont souvent engagés les uns dans les autres. C'est une association de même nature qui se retrouve à Aker, en Suède, et dans les tufs de la Somma, où la variété de *chondrite*, connue sous le nom de *humite*, est pénétrée aussi de petits cristaux de spinelle ferrière.

En admettant que les chlorures étaient parfois mélangés de fluorures, on se rend compte de l'origine de la chondrodite et de quelques autres minéraux, tels que le mica magnésien et fluoré du calcaire de Sainte-Marie-aux-Mines.

Des composés magnésiens, comme le spinelle, le chondrodite, le mica, le pyroxène, l'amphibole, le warwickite, la serpentine, sont souvent accumulés avec une prépondérance marquée, dans des calcaires qui ne renferment pas de magnésie. Ce fait, encore inexpliqué, ne serait qu'une conséquence des affinités chimiques différentes de la chaux et de la magnésie; car, dans nos expériences comme dans les réactions par voie humide, nous voyons partout le chlorure de magnésium être précipité par la chaux, et, quand ces bases se trouvent toutes deux en présence du chlorure de silicium ou du chlorure d'aluminium, la chaux céder son oxygène et la magnésie persistant à l'état d'oxyde entrer de préférence dans la

combinaison oxydée avec la silice et l'alumine régénérée. Le même principe qui explique la présence de la magnésie à l'exclusion de la chaux dans les fers oxydulés est-il la cause de la prépondérance de cette première base dans les éléments du granite et dans la serpentine?

Le mode d'enchevêtrement du quartz et des silicates, principalement dans les roches granitiques, a été longtemps une difficulté de toutes les hypothèses sur la formation des terrains dits primordiaux. Or, nous voyons maintenant dans nos expériences le quartz cristalliser en même temps et même plus tard que les silicates, à une température qui dépasse à peine le rouge cerise, et, par conséquent, de beaucoup inférieure à leur point de fusion.

N'est-ce pas aussi la même cause qui paraît quelquefois soustraire le quartz à l'influence des silicates basiques ou des aluminates, comme dans le granite, où il enveloppe des cristaux de cymophane au lieu d'avoir formé un silicate double comme l'émeraude et l'eucrase?

Si le mica exhale encore, par la chaleur, des fluorures de silicium, de bore ou de lithium, osera-t-on affirmer que les pâtes granitiques n'aient pas aussi renfermé dans l'origine des chlorures de silicium, de bore ou d'aluminium, qui manquent, il est vrai, au milieu des vapeurs qu'on recueille aujourd'hui à proximité des orifices volcaniques, où ils sont décomposés et précipités par la vapeur d'eau, au contact de l'atmosphère, et où on les voit néanmoins contribuer très probablement à la formation des silicates, déjà attribués par les meilleurs observateurs à un produit de volatilisation? Ne trouvera-t-on pas d'ailleurs encore le chlore en quantité considérable dans certaines masses, comme la syénite zirconienne de Norwège, et la roche de l'Ilmen (miascite), où ce corps est principalement combiné dans l'éléolithe, et où il paraît avoir apporté le zirconium, le tantale, avec tout ce cortège d'éléments rares qui paraissent presque exclusivement propres à ces roches?

M. Ch. Sainte-Claire Deville fait observer que les remarquables expériences rapportées dans le mémoire précédent sont le complément des études faites depuis longtemps par M. Daubrée sur les gisements d'étain de la Saxe et du Cornwall, où l'on voit réunis la plupart des minéraux qui viennent d'être cités, et particulièrement la tourmaline. Il a eu l'occasion de vérifier la justesse des observations qui ont été faites par

M. Daubrée, au sujet des relations des gîtes de kaolin et des filons renfermant l'étain et les autres minéraux qui sont comme ses satellites. Ces relations sont frappantes dans le Cornwall, où M. Ch. Sainte Claire Deville a pu visiter, en 1853, les nombreuses exploitations de kaolin qui existaient à peine lors du voyage de M. Daubrée dans cette contrée.

Analyse des relations qui ont été publiées sur les éruptions volcaniques de l'île d'Hawaii (Sandwich), par le secrétaire, M. Albert Gaudry.

Dans ces dernières années, l'intérêt des géologues américains a été vivement excité par les phénomènes volcaniques qui se sont manifestés avec une énergie si intense dans une des Sandwich, l'île d'Hawaii. En qualité de secrétaire, je crois devoir présenter à la Société l'analyse des diverses relations de ces phénomènes.

M. Dana, en 1850 (1), a fait le résumé des travaux qui ont été publiés jusqu'à cette époque sur les éruptions d'Hawaii.

Cette île a la forme d'un triangle : l'un de ses côtés mesure 85 milles géographiques, et fait face à l'occident ; un autre a 65 milles et regarde le S.-E. ; le troisième, long de 75 milles, est exposé au N.-E.

La configuration du sol est déterminée par trois sommités volcaniques : la plus élevée d'entre elles, le mont Loa, constitue la partie méridionale ; sa hauteur est de 13,760 pieds ; le Kea couvre la région du nord ; enfin, sur le rivage occidental, se dessinent les contours d'Halaläi.

En approchant de l'île, et en contemplant la majestueuse élévation de ses cimes, le voyageur habitué aux dislocations des pays de montagnes s'étonne de la parfaite régularité du terrain : les monts Loa et Kea se dressant au milieu de l'île, forment un angle dont l'inclinaison est uniforme ; depuis la base jusqu'au sommet, leur surface ne présente aucun indice de brisure.

(1) Dana, *Historical account of the eruptions of Hawaii* (*American journal of science and arts*, vol. IX, 2^e sér., 1850).

Māuna Loa.

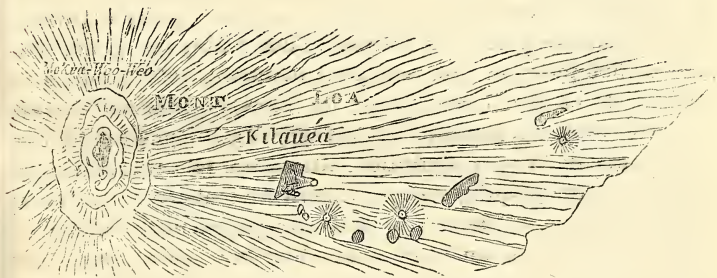
Mauna Kea.



La coupe, ici placée, de l'île d'Hawaii, représente les monts Kea et Loa. Ces monts ne sont pas le résultat de l'exhaussement de quelque chaîne de montagnes : ce sont des cônes volcaniques, isolés au sommet, réunis à leur base par la confluence des lavés rejetées de leur sein.

Le mont Loa, le seul dont je doive entretenir la Société, présente une inclinaison moyenne de $6^{\circ} 30'$. La base de son cône a 46 milles de longueur ; son action volcanique s'étend sur un espace de 70 milles, c'est-à-dire sur toute la largeur de l'île, de l'E. à l'O. Si on voulait le considérer comme une portion de sphère, on pourrait dire qu'il correspond à un segment de 13,760 pieds de hauteur, détaché d'un globe dont le diamètre serait de 400 milles.

Ce mont renferme trois cratères, qui sont en activité, forment des gouffres profonds, et présentent des parois verticales composées d'une sorte de lave ou roche basaltique horizontalement stratifiée. Comme on le voit dans le plan ci-dessous,

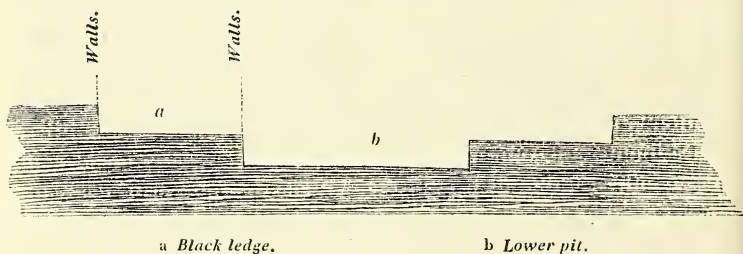


Mokua Weo-Weo, l'un des cratères, occupe la sommité de la montagne ; le second cratère en est très rapproché ; le troisième, nommé Kilauea, s'élève sur la pente ; c'est le plus connu, le mieux étudié : nous commencerons par son histoire.

Cratère de Kilauea.

Le voyageur, qui fait l'ascension du Kilauea, reconnaît le voisinage du volcan à de faibles vapeurs abandonnées par les fissures des roches. Tandis que, cherchant de nouveaux indices de l'ap-

proche du cratère, il continue à gravir la montagne, il se trouve brusquement arrivé au bord du gouffre : alors le plus imposant spectacle vient frapper sa vue : à ses pieds se déroule un amphithéâtre de 7 milles $1/2$ de circuit dont les murs s'enfoncent à 650 pieds au-dessous du sol. Dans cet abîme règne une galerie circulaire : cette galerie a été nommée *Black-Ledge*, appellation tirée de la couleur noire des roches dont elle est composée. Au centre du *Black-Ledge*, est un deuxième gouffre qui plonge à 310 pieds, et dans le fond duquel la roche est à nu sur une longueur de plus de 2 milles. La coupe ci-dessous représente d'une manière générale la disposition du cratère :



En dirigeant ses regards dans le deuxième gouffre (*lower pit*), le voyageur s'étonne d'y rencontrer un calme presque parfait ; trois cheminées y sont en activité : l'une a dans son grand diamètre 1500 pieds, et dans son petit diamètre, 1000 pieds. A la surface de ce lac incandescent, les laves apparaissent comme rouges de sang et cependant elles ne s'agitent guère plus tumultueusement que de l'eau en ébullition. Aucun son ne peut arriver du fond du cratère jusqu'au sommet supérieur ; seulement, au niveau du *Black Ledge*, on entend un sourd mugissement et de loin en loin retentit comme un bruit de mousqueterie, qui se perd dans l'éloignement. Des vapeurs blanches teintées de rouge s'échappent des cheminées et des fissures ; elles figurent, dit M. Dana, ces vapeurs qui, par un jour pur, se confondent sur l'horizon avec les contours des montagnes de neiges : ces vapeurs, dans leur course vagabonde, se croisent et se remplacent lentement.

Telle était la scène pendant le jour. Durant la nuit, cette scène, sans cesser d'être aussi tranquille, devenait plus majestueuse encore. Dans le gouffre, des flots de feu coulaient silencieusement. Des trois cheminées, la plus grande formait un lac étincelant ; vers le S.-E. dit lac, une rangée de petits bassins déversaient leur lave ; les deux autres cheminées lançaient par intervalle quelques jets ;

ces jets ne dépassaient pas 50 pieds de hauteur. L'amphithéâtre du cratère était brillamment illuminé, au milieu d'un horizon plongé dans une obscurité absolue ; sur le noir du ciel se détachaient à peine quelques étoiles pâles et presque sans lumière.

Cette description du volcan se rapporte à une période de tranquillité.

Dans les paroxysmes, les cheminées deviennent plus nombreuses, plus larges, les cônes se multiplient, les explosions sont fréquentes ; les courants de lave couvrent entièrement le cratère ; alors on les a vus se réunir et former une plaine incandescente, ayant jusqu'à 7 milles $1/2$ de circuit.

D'après la tradition des habitants d'Hawaii, le Kilauéa serait en activité depuis des temps incalculables.

La première éruption, connue d'une manière précise, eut lieu en 1789, pendant les conquêtes de Ka-Meha-Meha. Un événement, également singulier et désastreux, l'a signalée :

L'armée de Kéoua, un chef de l'île, était poursuivie par celle de Ka-Meha-Meha, et se trouvait près du volcan, dans le moment où l'éruption se déclara. Cette armée se sépara en trois corps : le corps d'avant-garde perdit un grand nombre de ses hommes sous la nuée de cendres brûlantes qui l'assaillit. Les soldats du deuxième corps, formant l'arrière-garde, marchèrent dans le sens de l'éruption ; ils faillirent être engloutis dans une crevasse causée par un tremblement de terre. Après avoir échappé aux plus grands dangers, ils rejoignirent le corps central de l'armée ; mais, lorsqu'ils en approchèrent, quelle fut leur stupeur : ils trouvèrent tous leurs compagnons dans l'attitude de gens pleins de vie, qui étaient privés de mouvement et sourds à leur voix ; d'épaisses bouffées d'air brûlant et de gaz sulfureux les avaient fait périr sur place ; leurs corps portaient toutes les marques de l'asphyxie et de la consommation.

M. Ellis indique en 1823 une éruption violente, qui fut accompagnée de tremblements de terre.

En 1832, 56 cratères apparurent.

L'année 1838 se signale par une éruption désastreuse : les laves débordent hors du cratère, se précipitent sur ses pentes, entourent les forêts, arrachent des blocs de pierre, et parviennent jusqu'à la mer ; à la rencontre des flots, elles éclatent, détonent et se projettent dans les airs en un millier de particules. Dans cette éruption, la nuit fut changée en jour ; à la distance de 100 milles en mer, on voyait très distinctement l'illumination de l'île ; à 40 milles, on lisait facilement à minuit.

La consommation des forêts par la chaleur des laves produisit des effets singuliers : les bois ayant été brûlés lentement, ils laissèrent en leur place des moules très parfaits ; on vit aussi des troncs, dont la base avait été complètement carbonisée, conserver un feuillage vert pendant plusieurs jours après le passage des coulées.

En 1841, le cratère s'est rempli graduellement de laves.

En 1844, il y a eu exhaussement et débordement de laves.

En 1849, il y a eu une éruption peu violente, et, depuis, le cratère semble devoir s'éteindre.

Un caractère spécial apparaît au milieu de toutes les éruptions du Kilauéa : c'est l'extrême liquidité des laves. Cette liquidité est beaucoup plus grande que dans les autres volcans ; elle est la cause de la tranquillité avec laquelle d'immenses masses sont rejetées ; ainsi, les cendres au Kilauéa ne peuvent être lancées au-dessus du grand lac de lave à plus de 60 pieds de hauteur ; au Vésuve, elles sont projetées à 1,000 pieds ; ainsi, encore dans la plupart des volcans, les laves sont trop épaisses pour être traversées facilement par les vapeurs. De là, des accumulations déterminant d'abord des tremblements, plus tard des explosions qui bouleversent le sol. A Kilauéa, les laves sont trop liquides pour résister fortement, et les éruptions, tout en donnant d'immenses masses de déjections, se produisent, en général, sans troubler la tranquillité du pays.

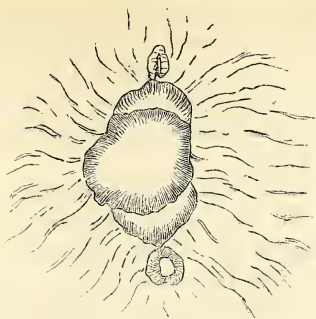
Cratère de Mokua-Weo-Weo.

Le cratère du Kilauéa (1) s'est élevé, nous l'avons déjà dit, sur les flancs du Loa ; M. Dana a décrit encore le cratère placé au sommet de la montagne : le Mokua-Weo-Weo.

Le Mokua-Weo-Weo, comme le montre la figure ci-contre, est de forme elliptique. Le plus grand de ses diamètres est dirigé du N.-O. au S.-E.

Le fond du cratère est composé de laves solidifiées ; entre les fissures de ces laves se dégagent d'épaisses vapeurs. Les murailles sont pour la plupart verticales et formées de phonolite grise, non celluleuse, se divisant en plaques et renfermant du feldspath blanc.

(1) Dana, *On the volcanic eruptions of Hawaii*. Vol. X, p. 235 de l'*American journal of science and arts*, 1850.



Une éruption eut lieu au Mokua-Weo-Weo, en 1832 ; elle dura près de trois semaines. M. Douglass en a le premier fait l'histoire.

En 1843, MM. Andrews et Coan assistèrent à une immense éruption : M. Dana a reproduit, dans tous ses détails, le récit donné par M. Coan. Il paraît que les éruptions du Mokua-Weo-Weo, plus encore que celles du Kilauéa, auraient présenté une tranquillité véritablement exceptionnelle. Il est surprenant que des ouvertures aussi vastes aient pu se former sans que l'île tout entière ait été bouleversée. D'une hauteur de 14,000 pieds, les laves se déversèrent et coulèrent comme un fleuve, jusqu'à une distance de 25 milles. Cependant on ne vit aucune grande convulsion s'opérer dans la nature ; la transparence du ciel ne fut pas troublée par les cendres, comme il arrive souvent au-dessus des petits volcans ; aucune détonation, aucun mugissement même ne jetèrent l'alarme, et le signal de l'éruption fut uniquement donné par l'apparition de laves incandescentes, qui, brillant sur le sommet de la montagne, semblaient dans le lointain un fanal.

Depuis la relation de M. Dana, plusieurs notes ont été envoyées à l'*American journal of science and arts*.

Troisième cratère du mont Lòa.

M. Coan, dans une lettre à M. Lyman datée de Hilo, île d'Hawaï, a transmis des détails sur une éruption du mont Loa, au mois d'août 1851 (1). Cette éruption eut lieu à quelques milles du sommet de la montagne, et par conséquent du Mokua-Weo-Weo ; elle dura trois ou quatre jours. Le nouveau cratère formé ne semble pas être en relation avec le Kilauéa.

(1) *On the eruption of Mauna Loa. 1851, 2^e sér., n° 39, mai 1852 (American journal of science and arts).*

En février 1852, le sommet du mont Loa s'est embrasé de nouveau. L'éruption a formé un des plus beaux tableaux que le regard de l'homme ait contemplés jamais. MM. T. Coan et Sheldon en ont transmis la description (1). Il paraît que les coulées de lave pourront anéantir, par suite de leur avancement continu, la belle ville d'Hilo.

Lorsque l'éruption de février fut terminée et que les laves se furent solidifiées, M. Titus Coan alla visiter le mont Loa (2). Dans ses notes envoyées à M. Dana, il décrit la direction des coulées qui se perdent dans la forêt de Hilo, et, après avoir serpenté pendant 40 ou 50 milles, vont passer à 10 milles seulement de la ville de Hilo. Il fait connaître la forme et la hauteur du cône. Il ne trouve pas d'autres sels que du gypse. Il récolte du soufre. Les laves couvrent une étendue immense. Les ponces abondent jusqu'à une distance de 10 milles du cratère; elles deviennent plus nombreuses à mesure que l'on se rapproche du cône. Enfin, M. Coan rend compte de la scène lugubre et grandiose que présentent les désastres de l'éruption; il admire le contraste de cette nature aujourd'hui ravagée, déserte et silencieuse comme la mort, tandis que peu de temps auparavant elle montrait son irrésistible puissance, renversant, consummant tout ce qui entourait le volcan, centre de son action, et illuminant au loin le paysage par des flots de lave incandescente.

Séance du 5 mars 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Jules Haime, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. VELASQUEZ DE LÉON, ministre de Fomento (travaux publics

(1) *Eruption from the summit of Mauna Loa, Hawaii*, 2^e sér., n° 40, juillet 1852; et *On the eruption of Mauna Loa, Hawaii*, by Titus Coan (2^e sér., n° 44, septembre 1852, *American journal of science and arts*).

(2) *Notes on Kilauea and the recent eruption of Mauna Loa*, by Rev. Titus Coan (2^e sér., n° 43, janvier 1853, *American journal of science and arts*).

et agriculture), à Mexico (Mexique), présenté par MM. Elie de Beaumont et Virlet d'Aoust.

M. FOUR (Michel), ancien membre, à Arc, près Gray (Haute-Saône), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, février 1855.

De la part de M. G. Cotteau :

1^o *Note sur les Échinides de l'étage kimméridgien du département de l'Aube* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 351), in-8, 8 p., 1854.

2^o *Note sur quelques espèces de mollusques terrestres et fluviatiles* (extr. du *Bull. de la Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne*), in-8, 15 p. Auxerre.

De la part de M. T.-A. Catullo, *Sui crostacei fossili*, etc. (Sur les crustacés fossiles du calcaire grossier du Véronèse. — Lettre au professeur C.-F. Naumann, de Leipzig), in-4, 3 f.; Padoue....., chez Ang. Sicca.

De la part de M. H.-B. Geinitz, *Preisschriften*, etc. (Mémoires couronnés et publiés par la Société du prince Jablonski, à Leipzig. — Description de la flore du bassin carbonifère de Hainich-Ebersdorf et de Flöha), in-8, 80 p., avec un atlas de 14 planches in-f^o, Leipzig, 1854, chez S. Hirzel.

De la part de M. Eugène Deslonchamps, *Notice présentée à l'Institut des provinces sur un genre nouveau de Brachiopodes, suivie de la description de quelques espèces nouvelles de la grande oolite et du lias de Normandie* (extr. de l'*Ann. de l'Institut des provinces*), in-12, 24 p., Caen, 1855, chez A. Hardel.

De la part de madame la vicomtesse Héricart de Thury et de ses fils, *Notice biographique sur Louis-Étienne-François vicomte Héricart de Thury*, in-8, 16 p., Paris, 1854, chez Bailly, Divry et C^{ie}.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 8 et 9.

L'Institut, 1855, nos 1103 et 1104.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 77, 8^e année, janvier 1855.

The Athenæum, 1855, nos 1426 et 1427.

Proceedings of the royal Society of London, vol. VII, n° 1.

Revista minera, 1855, n° 114.

Observaciones al proyecto de ley de minas presentado a los Cortes, in-f° , 13 p., Madrid, 1855.

M. le Président lit une lettre par laquelle M. Four fait connaître à la Société la perte qu'elle vient de faire dans la personne d'un de ses anciens membres, M. Renoir, professeur de physique dans la ville de Gray.

M. le Président annonce que jeudi, 1^{er} mars, un des membres les plus éminents de la Société, M. Duvernoy, a succombé à la maladie qui depuis plusieurs semaines menaçait sa vie. M. Duvernoy occupait, au Muséum d'histoire naturelle, la même chaire où avaient siégé de Blainville et, auparavant, Cuvier. En dehors de ses travaux d'anatomie et de zoologie, ce savant naturaliste rendait d'éminents services à la géologie par ses études sur les ossements fossiles.

M. Martins fait la communication suivante :

Note sur les érosions des roches calcaires dues aux agents atmosphériques, mais simulant des traces de grands courants diluviens, par M. Ch. Martins.

Après le dépôt des dernières couches marines, un phénomène diluvien s'est produit sur une grande partie de la surface du globe. Des courants provenant des groupes de montagnes ou de terres plus élevées ont couvert les parties basses de cailloux roulés dont la nature minéralogique nous indique le point de départ. Les eaux qui charriaient ces cailloux se sont élevées quelquefois à plusieurs centaines de mètres au-dessus du niveau des eaux actuelles (1).

(1) Voyez Fournet, *Du diluvium de la France*.

Blanchet, *Terrain erratique, alluvien, du bassin du Léman et de la vallée du Rhône*, 1844.



sur pierre par Avril, f^{re} Rue des Bernardins, 16

Hogard del.





Mais, s'il est facile de constater d'une manière générale la réalité du phénomène, il est plus difficile de se faire une idée précise du régime de ces eaux. Les dépôts de cailloux roulés, seuls vestiges qui nous en restent, rappellent par leur disposition tantôt des fonds ou des rivages de lacs, de fleuves ou de torrents; plus souvent encore les cailloux sont accumulés en masses énormes et d'une épaisseur telle que l'imagination, même la plus hardie, n'ose hasarder la moindre explication sur le régime aqueux qui les a déposés. Aussi les géologues se sont-ils efforcés de chercher les autres traces que ces eaux diluviennes ont dû laisser après elles, afin de découvrir par elles ce que les seuls dépôts de cailloux roulés ne pouvaient leur apprendre.

Ces efforts n'ont pas été couronnés de succès, et les observateurs les plus éminents, préoccupés de l'idée des torrents diluviens, ont attribué à l'action de ces torrents diluviens des effets dus à celles des agents atmosphériques. Pour le démontrer, je ne m'occuperai ici que des roches calcaires et me bornerai à quelques exemples saillants, afin de mettre les jeunes géologues en garde contre un genre d'erreur assez généralement répandu et dans lequel je suis tombé moi-même à l'époque où j'étudiais comparativement les effets de l'eau et de la glace sur les roches de sédiment.

Étudions d'abord, pour procéder logiquement, les effets que les eaux produisent journellement sous nos yeux. Les torrents actuels creusent, dans les rochers qui les encaissent, des cavités conoïdales, elliptiques, hémisphériques, cylindroïdes, parfaitement lisses, quand la roche est homogène et compacte, semées d'aspérités, quand elle se compose de parties inégalement résistantes. La forme de ces cavités varie suivant la configuration de la rive, l'angle qu'elle fait avec le cours de l'eau, la résistance et la nature de la roche, celle des matériaux entraînés, etc. Si la cavité est verticale ou à peu près, et que des pierres ou une seule pierre s'introduise dans son intérieur, cette pierre, retournée sans cesse par les eaux dans cette cavité, l'agrandit en l'arrondissant : c'est ce qu'on appelle une marmite de géant (*pot-hole* des Anglais) (1). Quand on trouve loin des fleuves actuels une de ces marmites de géant avec le caillou qu'elle contient, le doute n'est pas possible : c'est un torrent diluvien qui a creusé cette cavité. Mais le plus souvent on ne voit que des cavités considérables ou des sillons tracés sur les parois des escarpements de rochers.

(1) Voyez ma *Note sur une marmite de géant dans l'Arve à Chamonix*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. II, p. 321, 1845.)

Ces cavités sont conoïdales ou elliptiques; leurs bords et leur fond sont arrondis. De loin elles paraissent parfaitement lisses et unies comme celles qui sont creusées par les torrents actuels; les sillons semblent et sont même quelquefois réellement horizontaux ou légèrement inclinés à l'horizon. L'analogie est frappante, et l'on croit avoir sous les yeux les rivages d'un torrent diluvien, les traces d'un niveau des eaux plus élevé que celui de l'époque actuelle. De grands observateurs s'y sont trompés, nouvelle preuve qu'on ne saurait trop se défier des préoccupations systématiques et vérifier sans cesse de près ce que l'on a cru voir de loin. Quelques exemples célèbres justifieront mieux que tous les raisonnements ce que je viens d'avancer.

Érosions et grottes du mont Salève, près de Genève.

De Saussure, après avoir traité longuement des cailloux roulés des environs de Genève (1), recherche les traces des érosions que le prodigieux torrent qui les a charriés a dû laisser sur les roches encaissantes, et s'applaudit de les avoir trouvées sur la face occidentale du mont Salève qui regarde la ville de Genève et semble une muraille calcaire presque verticale.

« Tous ces sillons, dit-il (§ 221), ont leurs bords terminés par des courbures arrondies telles que les eaux ont coutume de les tracer. Je dis qu'ils sont à peu près horizontaux parce qu'ils sont parfois inclinés de quelques degrés en descendant vers le sud-sud-ouest, pente qu'a dû avoir le courant. De tels sillons ne sauraient avoir été tracés par les eaux des pluies, car celles-ci forment des excavations, ou perpendiculaires à l'horizon, ou dirigées suivant la plus grande inclinaison des faces des rochers, au lieu que celles-ci sont tracées presque horizontalement sur des faces tout à fait verticales. Ces sillons sont ce que je cherchais, les traces et les ornières du courant qui a charrié dans nos vallées les débris des rochers des Alpes.

» On voit aussi à la surface de ces mêmes rochers des cavités arrondies de plusieurs pieds de diamètre et de deux ou trois pieds de profondeur dont l'ouverture regarde le nord-nord-est et qui paraissent par conséquent avoir été creusées par les filets du courant qui se jetaient avec impétuosité contre les parties les plus saillantes et les plus exposées. Ces cavités ont leurs fonds et leurs bords arrondis, et comme leurs ouvertures se trouvent placées sur

(1) *Voyage dans les Alpes*, §§ 203 à 207.

la face verticale de rochers escarpés, on ne peut pas supposer qu'elles aient été formées par la chute des eaux de la montagne.

» On peut observer ces excavations sur presque toutes les faces des grands rochers du mont Salève, du moins jusqu'à la moitié. Sur les flancs escarpés du mont Salève qui regardent Genève, ces rochers, dit-il (1), sur lesquels les injures de l'air font peu d'impression, ont dû former une des parois du grand canal ; ils ont dû par conséquent être rongés et sillonnés à peu près horizontalement dans la direction de ce même courant, et les parties les plus saillantes ont dû être exposées aux érosions les plus considérables.

» Les faits ont pleinement répondu à ces conjectures. J'ai fait à ce sujet les observations les plus claires et les plus satisfaisantes. Les tranches nues et escarpées des grandes couches du petit et surtout du grand Salève présentent presque partout les traces les plus marquées du passage des eaux qui les ont rongées et excavées. On voit sur ces rochers des sillons à peu près horizontaux plus ou moins larges et profonds. Il y en a de quatre à cinq pieds de largeur et d'une longueur double ou triple sur un ou deux pieds de profondeur deux tiers de sa hauteur ; mais on les distingue avec une évidence particulière sur les rochers qui dominent le pas de l'échelle, sur ceux qui sont au-dessus des couches perpendiculaires entre Veiry et Crevin, sur les couches épaisses qui dominent les grottes de l'Hermitage, sur celles qui sont au-dessus du coin, etc.

» Je ne dois pas dissimuler qu'entre ces excavations arrondies, que je regarde comme l'ouvrage des eaux, on en rencontre quelques-unes qui sont creusées en sens contraire du courant que je suppose avoir descendu notre vallée, et qui pourraient faire naître quelques doutes sur la cause que je leur attribue. Mais ces doutes s'évanouissent si l'on considère que sur les bords de tous ces grands courants, tant de la mer que des rivières, il se forme des remous dont la direction est contraire à celle du courant et qui sont souvent aussi rapides que lui. Il s'y forme aussi des tourbillons plus rapides encore et dont la force rongearde est très considérable. D'ailleurs les vagues ont aussi, on le sait, le pouvoir de ronger et d'excaver les rochers ; elles agissent comme les vents qui les soulèvent dans différentes directions, et ces vents doivent avoir beaucoup de prise sur un courant large, comme était le nôtre, de quatre à cinq lieues. Enfin, si l'on veut consulter l'expérience, que l'on observe les bords de quelque rivière resserrée entre des rochers, on verra sur ces rochers et des sillons allongés, et des excavations

(1) *Ibid.*, §§ 220, 221, 222, 223, 224 et 225.

arrondies exactement semblables à celles que j'ai observées sur le mont Salève; on y trouvera même des cavités creusées dans une direction contraire à celle du courant.

» Quant à ce qu'on nomme les grottes de l'Hermitage, ou ces excavations profondes de trente pieds et huit ou dix fois aussi longues, produites par la destruction totale de plusieurs couches de rochers, par quel agent pourraient-elles avoir été formées, si ce n'est par les érosions de cet ancien courant?

» La gorge même de Monetier, ou cette grande échancrure qui sépare le grand Salève du petit, et dans le fond de laquelle est le joli vallon de Monetier, paraît avoir été formée par un courant semblable qui, descendant des Alpes par la vallée de l'Arve, venait se jeter dans notre grand courant; car les couches correspondantes du grand au petit Salève indiquent leur ancienne jonction, et l'on ne comprend pas quel autre agent aurait pu détacher et emporter la pierre énorme qui manque à la montagne. »

Ainsi parle de Saussure. Il est impossible d'être plus explicite; à ses yeux, les érosions du mont Salève sont aussi probantes comme traces des anciens courants que les cailloux roulés eux-mêmes.

La plupart des géologues se rangèrent à l'opinion de l'illustre savant. Cependant, l'année même de sa mort, un observateur très consciencieux, Deluc (1), combattait déjà l'explication de de Saussure.

Il montrait, à propos de la grotte de l'Hermitage, qu'on n'y voit aucune trace d'érosion, que les faces ont leurs aspérités, et il les attribue à la destruction de portions de couches moins dures que les autres, creusées et décomposées par l'action de l'air et des gelées, comme on en voit plusieurs exemples. Il se demande aussi si l'affaissement des couches du petit Salève n'a point commencé le travail en disloquant celles qui forment le toit de la grotte de l'Hermitage. Deluc termine son mémoire en montrant que l'action érosive des torrents est limitée, et que les eaux torrentielles n'ont pas le pouvoir de creuser, mais seulement d'arrondir les surfaces de rocher qu'elles baignent habituellement. Il conclut que les gorges, fentes, pertuis, au fond desquels coulent ces torrents, sont dus à des causes différentes. Dans son analyse il oublie toutefois de tenir compte de l'action des cailloux que le torrent projette

(1) *Sur une vis pétrifiée du mont Salève et sur la couche où on la trouve, suivi d'un examen de l'opinion de plusieurs naturalistes que les torrents ont creusé les coupures des rochers où ils ont leurs cours. (Journal de physique, t. XLIX, p. 349. 1799.)*

dans ses crues contre ses parois, et dont le choc répété finit par user la roche et produit les cavités et les sillons qu'on observe dans le lit de la plupart des cours d'eau doués d'une certaine vitesse.

Après Deluc, M. Alphonse Favre, dans ses considérations géologiques sur le mont Salève (1), explique aussi les grottes du Salève par la destruction des couches, et le creusement des sillons et des cavités, par le fendillement de la roche qui se désagrège.

Il me reste peu de détails à ajouter à ceux qui ont été donnés par MM. Deluc et Favre, et je n'aurais même pas parlé des sillons et des cavités du Salève si leur origine diluvienne n'avait pas été souvent invoquée sur l'autorité d'un des plus grands observateurs dont s'honore la physique du globe. Mais j'ai voulu mettre sous les yeux du lecteur une image de ces cavités en utilisant un dessin que je dois à l'obligeance de mon ami, M. John Coindet, de Genève.

Le grand et le petit Salève se composent, comme on sait, d'assises plongeant vers les Alpes, relevées vers le Jura, dont les tranches horizontales forment, par leur superposition, du côté de Genève, un escarpement très abrupt. Dans leur épaisseur, ces assises (Pl. X, pl. A, fig. 2) se décomposent en couches verticales détachées quelquefois du reste de la montagne. L'une d'elles semble menacer de sa chute le voyageur qui met le pied sur la première marche de l'escalier du sentier appelé le *Pas de l'Échelle*. Ce sentier, qui mène du village de Veiry à celui de Monetier, nous permettra d'examiner de plus près les érosions et les cavités conoïdales du mont Salève. L'escarpement qui le domine immédiatement est du calcaire corallien. Aux deux tiers de la montée qui longe le grand Salève, à la hauteur de 300 mètres environ au-dessus du lac, le géologue remarque sur sa droite un immense arceau en forme de voûte surbaissée (pl. A, fig. 1, *bb*) dont l'ouverture est de 50 mètres et la plus grande hauteur de 20 mètres environ. La saillie de cette voûte sur le rocher est de 2 à 5 mètres. En l'examinant de plus près, on reconnaît que cette voûte est due à la destruction de l'une des couches verticales (pl. A, fig. 2 *b*) dont nous avons parlé. Au pied de la voûte on en voit des fragments en forme de parallélépipède de plusieurs mètres de longueur, et l'éperon (fig. 1 *b'*) qui partage la base de la voûte en deux moitiés inégales est un reste de cette couche qui a résisté aux agents atmosphériques. Au-dessus de la voûte on aperçoit une seconde ligne courbe (fig. 1 *aa*)

(1) *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. X, p. 94. 1843.

formant un second arceau moins saillant, mais plus grand que le premier : il est dû également à la destruction d'une couche verticale (fig. 2 *a*). D'où il résulte que la cavité de la grotte formée par l'arceau inférieur *bb* provient de la destruction de deux couches verticales du rocher.

Ce n'est pas tout : le fond de la grotte, formé par la troisième couche verticale en comptant de dehors en dedans, se trouvant exposé à son tour aux intempéries de l'air, commence à se creuser de cavités (fig. 1 et fig. 2 *ddd*) ayant de 1 à 5 mètres d'ouverture et jusqu'à 3 mètres de profondeur.

En résumé, la coupe (pl. A, fig. 2) montre que l'action séculaire des agents atmosphériques a détruit successivement les couches verticales de la montagne et formé les arceaux et les cavités dont nous parlons. La couche *a* était dans l'origine la couche la plus superficielle de l'escarpement du mont Salève. Sa destruction partielle a engendré la corniche en forme d'arceau *a* des figures 1 et 2. Cette corniche est la partie inférieure de la couche *a* (fig. 2) qui, au-dessus des grottes, a résisté aux agents destructeurs. La deuxième couche verticale *b* (fig. 2) de la montagne, ayant été mise à nu, elle a été attaquée à son tour, et le bord inférieur de la partie restante *b* forme l'arceau *bb* de la figure 1. Enfin la troisième couche *c* (fig. 2) étant mise à nu, sa destruction commence par le creusement des grottes *dd* (fig. 1 et 2).

Ces cavités sont le résultat d'une altération particulière de la roche qui se fendille, puis se morcelle et se divise en fragments anguleux. L'humidité pénètre entre ces fragments; les racines des plantes s'y introduisent et les écartent; tous les hivers la gelée les disjoint, et ils finissent par se détacher. Le sol des grottes en est jonché, il suffit de donner un coup de marteau sur les parois pour en faire tomber un grand nombre à la fois. Les parois de ces grottes sont donc excessivement rugueuses, et c'est seulement de loin qu'elles paraissent lisses comme celles qui seraient dues à l'action des eaux.

Souvent la tranche d'une assise ou d'une portion d'assise se creuse de cavités qui s'allongent, deviennent elliptiques et prennent enfin l'apparence de sillons horizontaux simulant de loin, à s'y méprendre, ceux que produisent les cours d'eau actuels. On en voit beaucoup d'exemples sur l'escarpement des deux Salèves.

Les grottes de l'Hermitage, sur le petit Salève, ayant été citées par de Saussure comme un sillon diluvien, je crois devoir en dire quelques mots. Placées à la limite du terrain corallien et portlandien, elles sont dues à la destruction de plusieurs assises de calcaire

portlandien. La destruction a peut-être commencé par le morcellement dont nous avons parlé. Mais actuellement, la démolition continue par la chute de gros parallélépipèdes rectangulaires qui se détachent de la voûte et tombent sur le sol qui en est couvert. Il est facile, en examinant la voûte, de prédire quels sont ceux qui se détacheront bientôt, car on voit déjà les fentes qui les séparent de l'assise à laquelle ils appartiennent.

Suivant Deluc (1), cette grotte aurait été aussi exploitée comme carrière, probablement pour bâtir le château de l'Hermitage dont les ruines sont près de là.

En résumé, les cavités conoïdales, les sillons et les grottes du mont Salève sont dues à l'action de l'atmosphère qui altère certaines portions de la roche de préférence à d'autres. Ces cavités ne sauraient donc être invoquées en faveur de l'existence d'un courant qui aurait coulé entre les Alpes et le Jura et transporté les blocs erratiques de protogine du Mont-Blanc semés sur le grand et le petit Salève ; elles ont une origine tout à fait différente et se creusent chaque année sous les yeux des observateurs genevois.

Érosions des rochers coralliens de Saint-Mihiel (Meuse).

Pour montrer combien ces phénomènes d'érosion atmosphérique sont communs, je citerai un autre exemple où ils simulent à tel point l'effet produit par les eaux, qu'un géologue éminent, M. Charles Lyell, s'est laissé induire en erreur par ces apparences lorsqu'il visita cette localité en 1833.

« Près de la porte septentrionale de Saint-Mihiel (2), ville située en France, au sud de Verdun, j'ai, dit-il, reconnu sur des falaises calcaires des traces fort analogues à celles que M. Boblaye a signalées en Grèce. Ce sont deux, quelquefois trois sillons horizontaux creusés dans la roche blanche et semi-cristalline qui s'élève sur la rive droite de la Meuse. Cette falaise a été rompue et n'est plus composée que de rochers isolés dont le sommet présente de tous côtés des escarpements verticaux. Les sillons tournent autour de ces rochers exactement comme si le sommet avait formé un écueil battu de tous les côtés par les vagues.

« Je n'ai aucune indication pour savoir à quelle époque ces falaises ont été émergées au sein de la mer. C'est M. Deshayes qui m'avait signalé cette localité, et dans ma seconde édition j'ai dit,

(1) *L. c.*, p. 120.

(2) *Principles of geology*, t. IV, p. 34, 4^e édition, 1835.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

sur son autorité, que ces rochers rongés étaient percés par des coquilles lithophages, mais je n'en ai point vu, et je pense que les coquilles du genre *Saxicava*, que M. Deshayes a recueillies dans cette localité, étaient de l'époque corallienne et non de celle pendant laquelle les sillons ont été creusés. Les coraux de l'époque du *coral rag* contiennent souvent des coquilles perforantes qui paraissent avoir percé les zoophytes pendant qu'ils vivaient encore au sein de la mer. »

M. Lyell, on le voit par cette citation, est moins affirmatif que de Saussure, et c'est à la mer et non à un courant qu'il attribue ces érosions; il les compare à celles que M. Boblaye a vues en Morée (1). Peut-être serait-il plus naturel, si l'on veut les attribuer à l'action des eaux, de supposer qu'elles indiquent deux niveaux successifs de la Meuse qui coule au pied de ces falaises. Dans la plaine on trouve çà et là des cailloux roulés provenant des Vosges et indiquant un régime hydrographique fort différent de l'état actuel.

Curieux d'étudier cette localité, je la visitai en 1847 avec mon ami, M. Gastaldi. Voici ce que nous avons constaté. La ville de Saint-Mihiel occupe le revers septentrional d'une large vallée à fond plat où la Meuse promène lentement son cours sinueux au milieu de vastes prairies. Au nord de la ville, six rochers de couleur blanche (pl. B, fig. 1), rangés parallèlement au cours du fleuve, s'élèvent semblables à des piliers gigantesques. Un talus peu incliné, traversé par la route de Verdun, s'étend des bords du fleuve jusqu'au pied des rochers qui est à 25 mètres environ au-dessus de leur niveau. Les rochers eux-mêmes sont saillies à travers un autre talus composé en partie de leurs débris accumulés qui reposent sur des argiles oxfordiennes. Le sommet des rochers se raccorde avec le bord du plateau P distant de 35 mètres environ. Il est évident, au premier coup d'œil, que ces rochers formaient jadis la falaise et le plateau dont ils sont actuellement séparés. Ce sont des pans de murailles restés debout pour témoigner de l'action lente mais irrésistible des éléments atmosphériques détruisant sans relâche les rescifs que les polypiers avaient élevés au fond de la mer corallienne. Mon ami, M. Hogard, d'Épinal, a eu l'obligeance de m'envoyer le dessin de ces rochers; je le reproduis : mieux que toutes mes paroles, il en donnera une fidèle idée au lecteur. En moyenne, ces rochers ont 25 mètres de haut. Quand on les considère de loin (pl. B, fig. 1),

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4^{re} sér., t. II, p. 236.

de la rive droite de la Meuse, on est frappé de voir deux lignes d'érosion parallèles et superposées qui semblent indiquer deux niveaux successifs du fleuve. La ligne supérieure aboutit à un champignon appelé la *table du Diable* (fig. 5) qui couronne le dernier rocher comme si les eaux, en tournant autour de lui, l'avaient rongé de tous les côtés.

Le géologue qui se contenterait de cette vue lointaine s'en irait convaincu qu'il a eu sous les yeux une des preuves les plus manifestes de l'ancienne existence de ces puissants courants diluviens qui ont transporté jusqu'en Lorraine les fragments détachés de la chaîne des Vosges. Car à l'époque diluvienne les eaux de la Moselle devaient se réunir à celles de la Meuse par-dessus le plateau peu élevé que traverse actuellement le canal de la Marne au Rhin, entre Toul et Pagny-sur-Meuse (pl. A, fig. 5).

Un examen plus attentif ébranle d'abord, puis détruit de fond en comble ce système si plausible en apparence. Et d'abord les sillons inférieurs ne sont pas parallèles aux sillons supérieurs, et en second lieu ils ne sont ni horizontaux ni parallèles à la pente de la Meuse. Ils offrent même des pentes en sens inverse, c'est-à-dire que les uns se plongent vers l'aval, tandis que les autres plongent vers l'amont. Ainsi, d'après les mesures de M. Hogard, ce sillon supérieur du premier rocher (pl. B, fig. 1 a), appelé *rocher du Calvaire*, offre une pente d'un degré vers l'amont. Le sillon correspondant du troisième rocher (fig. 3) offre une pente de 3 degrés vers l'amont. Sur le quatrième rocher (fig. 1 d) la pente est de 4 degrés dans le même sens. Sur le dernier (fig. 4), la pente du sillon inférieur est de 12 degrés en aval, celle du sillon supérieur de 8 degrés, et enfin la table du Diable est inclinée d'un degré vers l'amont (fig. 5). Évidemment ces pentes et ces contre-pentes ne sauraient être l'œuvre d'un courant régulier ou des eaux de la mer.

D'autres observations viennent confirmer celles-ci. Les érosions sont aussi profondes sur la face tournée vers la montagne que sur la face opposée. Or l'action d'un courant eût été plus énergique sur la face exposée à toute sa violence que sur celle où elle est déjà brisée par les obstacles. Souvent aussi la roche est creusée plus profondément en aval qu'en amont. C'est ce qui a lieu pour le deuxième pilier (fig. 2).

Les sillons et les cavités que présentent les rochers de Saint-Mihiel sont dus aux mêmes causes qui les ont séparés du plateau auquel ils étaient unis dans l'origine : c'est l'action destructive des agents atmosphériques, de l'air, du soleil, de la pluie, du gel et du dégel.

Les sillons correspondent à des couches de calcaire à Nérinées plus molles, plus désagrégeables que les autres. Le fond des sillons est le siège d'une exfoliation incessante. Les cavités de la roche du Calvaire (fig. 1 *a*) et du troisième rocher (fig. 3) correspondent à des parties où le calcaire est plus jaune et plus friable. La face supérieure est sillonnée par ces canaux sinueux dus à l'action des pluies et qui sont désignés en Savoie sous le nom de *lapias*, dans la Suisse allemande sous celui de *Karren*.

Le mode de formation de la table du Diable (fig. 1 *f* et fig. 5) s'explique lui-même fort aisément; elle présente un piédestal arrondi surmonté d'une partie tabulaire horizontale convexe et de forme elliptique. Le piédestal est formé de couches superposées fort minces qui se désagrègent aisément. Toutefois cette désagrégation doit marcher très lentement, car la table et son piédestal sont couverts de lichens. La table n'est rien autre chose qu'une portion de couche qui a résisté plus énergiquement que le piédestal; elle est la continuation de celle qui forme la partie supérieure des cinq autres rochers et qui a résisté comme elle. Le piédestal est dans le prolongement de la ligne supérieure des sillons et n'est lui-même qu'un sillon très marqué. Sur le rocher *c* qui la précède on peut voir, pour ainsi dire, par quel mécanisme la table du Diable s'est formée. Un peu au-dessous de son sommet, ce rocher est creusé de cavités profondes qui, en se creusant, tendent à séparer la couche supérieure des couches sous-jacentes. Le temps achèvera son œuvre, et un jour ce sommet formera, comme son voisin, une table supportée par un piédestal, seul témoin des couches détruites par le temps.

J'ai mesuré avec soin les dimensions de la *table du Diable*; je les consigne ici. Dans un ou plusieurs siècles on pourra, en les reprenant, se former une idée précise de cette action destructive de l'atmosphère, dont nous connaissons la puissance, mais dont nous ne savons pas encore mesurer les effets.

Dimensions de la table du Diable, sur le dernier rocher de la falaise de Saint-Mihiel, en 1847.

	Mètres.
Hauteur totale du champignon.	2,12
Hauteur du piédestal.	1,43
Circonférence du piédestal au-dessous de la partie horizontale.	3,44
Plus grande longueur du chapeau dans la direction N.-S.	4,70

	Mètres.
Plus grande largeur perpendiculairement à la précédente.	2,74
Saillie du chapeau au N.-O.	1,95
Saillie du chapeau au S.-E.	1,72

Avant de quitter la falaise de Saint-Mihiel, je crois devoir prévenir quelques objections. La vallée de la Meuse, dira-t-on, est une vallée d'érosion; à l'époque où elle s'est creusée, le calcaire corallien a donc été entamé, désagrégué et entraîné. Je suis loin de le nier; j'affirme seulement que les couches baignées par les eaux à cette époque n'existent plus, et que les sillons actuels sont dus aux agents atmosphériques. Car souvent, comme nous l'avons vu, les rochers sont plus entamés en aval qu'en amont, du côté de la montagne que du côté de la rivière. Il y a plus : on reconnaît que ces sillons sont dus à la destruction de deux couches parallèles qui règnent tout le long de la falaise et se correspondent d'un pilier à l'autre. Or, les courants qui ont eu la puissance de creuser la vallée de la Meuse et d'entamer les roches coralliennes sur toute leur épaisseur auraient laissé des traces sur toute la hauteur de l'escarpement, et non pas seulement sur deux couches plus tendres, que les autres. En effet, les torrents actuels attaquent et creusent les roches les plus dures, le granit, le gneiss, les serpentines, etc., dans toute leur hauteur. Ainsi donc, cette difficulté s'évanouit devant l'analyse des faits.

Une autre objection a été produite contre l'argument que je tire de l'absence de parallélisme des lignes d'ancien niveau : on a pensé que ces rochers, séparés du plateau dont ils faisaient partie, et isolés les uns des autres, avaient pu s'affaisser et s'incliner en sens divers. La nature du terrain sous-jacent, composé de marnes oxfordiennes, prêtait un degré de probabilité à cette supposition. Mais il ne faut pas oublier que non-seulement les lignes d'érosion ne sont pas parallèles entre elles d'un rocher à l'autre, mais elles ne sont pas parallèles *sur un même rocher*, exemple les rochers *b* et *d* (pl. B, fig. 2 et fig. 1 *d*). Or, ce non-parallélisme est inexplicable par l'hypothèse d'un affaissement postérieur à l'érosion. Ainsi cette supposition, assez gratuite d'ailleurs, ne saurait être mise en avant.

Érosions à Vaucluse et à Donzère.

Il me serait facile de multiplier les descriptions de roches calcaires présentant des érosions atmosphériques qui, vues de loin,

simulent à s'y méprendre les effets d'un grand courant diluvien, mais toutes ces descriptions se ressembleraient. Je me contenterai donc d'indiquer quelques autres localités où ces érosions sont fort remarquables.

A la fontaine de Vaucluse, les rochers situés sur la droite de la Sorgue, et en face du château de Pétrarque, présentent, à 200 mètres de hauteur, des cavités et des cavernes creusées dans le calcaire néocomien (pl. A, fig. 3).

Ces érosions sont de forme et de grandeur très variées et rappellent complètement les cavités du Salève. Au-dessous, la paroi, presque verticale, est percée de cavernes comme une ruche d'abeilles. En se creusant de plus en plus, et en se rejoignant dans l'intérieur de la montagne, ces cavernes finissent par isoler du massif général la portion de roche qui les sépare : de là ces colonnes, ces pyramides, ces piédestaux que l'on observe des deux côtés de la fontaine (pl. A, fig. 4).

Quand on s'élève à gauche de la source pour gagner le rocher qui la surplombe, on rencontre une de ces pyramides qui est percée d'un trou ovalaire dont le grand axe a 4 mètres de long. Ce trou est dû à un morcellement de la roche tout à fait analogue à celui que j'ai décrit pour le corallien du Salève. Un coup de marteau donné sur le rocher en fait ébouler un nombre considérable de fragments.

Dans la gorge étroite appelée *vallée de la Mort*, qui se trouve derrière la fontaine de Vaucluse, on observe sur tous les rochers environnants un grand nombre de couches érodées ; quand ces couches sont horizontales, la ligne des érosions l'est également ; quand elles sont inclinées, la ligne d'érosion présente la même inclinaison. Ainsi donc le géologue qui serait tenté un moment d'attribuer à un niveau plus élevé des eaux de la fontaine de Vaucluse les érosions et les cavernes qui l'entourent, et de les assimiler ainsi à la profonde caverne d'où ses eaux jaillissent, serait redressé dans son erreur par l'examen des rochers situés derrière la source de la Sorgue.

J'indiquerai encore, comme exemple d'érosions atmosphériques, les roches néocomiennes de Donzère, qui forment un pertuis traversé par le Rhône et le chemin de fer au-dessous de Viviers. Les cavités sont irrégulières et non disposées sur une même ligne.

Le calcaire à Caprotines qui encaisse la Valserine entre Bellegarde et Musinens, non loin de la Perte du Rhône, présente aussi des couches remarquablement érodées, quelle que soit d'ailleurs

l'inclinaison de ces couches, ce qui exclut encore toute idée d'une action aqueuse.

Dans le Jura suisse et français on trouve partout des exemples semblables, mais ils sont plus remarquables sur les roches coralliennes et néocomiennes que sur l'oolithe, l'oxfordien ou le portlandien.

On a aussi considéré quelquefois comme des traces de courants diluviens des sillons plus ou moins profonds, plus ou moins sinueux, qui se trouvent sur des surfaces à peu près horizontales. J'ai discuté ailleurs (1) cette opinion déjà réfutée par Scheuchzer, Ébel, Studer, Escher père, Keller, Charpentier, Favre, etc. Je n'y reviendrai pas ici. Il me suffit de rappeler que ces sillons, désignés en Suisse sous le nom de *Karren*, en Savoie sous celui de *lapiaz*, sont dus spécialement à l'action prolongée de la pluie, qui dissout et entraîne des particules des roches calcaires ou arénacées. On peut en voir des exemples sur les plaques de grès de la forêt de Fontainebleau et à Vigny (Seine-et-Oise) sur le calcaire pisolithique.

Traces des courants diluviens dans les cavernes.

Après avoir montré que beaucoup d'érosions attribuées à tort à des courants diluviens ne sont dues qu'à l'action atmosphérique, je crois devoir donner les caractères qui, selon moi, peuvent faire reconnaître les érosions aqueuses. Il suffit d'examiner le bord des torrents actuels coulant entre des roches qui les encaissent et qu'ils viennent frapper sous diverses inclinaisons. Les eaux y creusent des sillons sinueux à fond lisse quand la roche est homogène, rugueux quand elle ne l'est pas, jamais striés comme les sillons burinés par les glaciers, ou bien des cavités ovalaires à forme conoïdale. Je crois que de pareilles traces persistent rarement sur des rochers exposés à l'action atmosphérique pendant la longue série de siècles qui nous sépare de l'époque diluvienne, mais on les trouve dans des localités abritées depuis cette époque contre l'influence de l'air, de la pluie, du gel et du dégel, je veux parler des cavernes. M. Alphonse Favre cite celle *del Griffone*, près de Palerme (2). J'ajouterai, parmi celles que j'ai eu l'occasion de visiter, les célèbres grottes de Lunel-Viel, près de Montpellier. Les parois et le plafond de ces grottes sont creusés de sillons

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, p. 111, 1846.

(2) *Considérations sur le mont Salève*, p. 93, la note.

sinueux à bords arrondis et de cavités conoïdales dues certainement à l'action des eaux qui les ont parcourues à l'époque diluvienne. Ce calcaire étant granuleux, les surfaces érodées le sont également ; mais le calcaire moellon très tendre dans lequel ces grottes sont ouvertes se prêtait merveilleusement à l'érosion aqueuse, et le limon ossifère qui remplissait ces cavernes a préservé les sillons creusés par les eaux de l'action atmosphérique. Nous pouvons donc contempler dans ces cavernes les traces de courants diluviens qui ont été conservées à l'abri des injures de l'air.

Les conséquences des faits contenus dans cette note se résument de la manière suivante.

Conclusions.

1° On remarque sur les parois plus ou moins abruptes des montagnes calcaires des sillons, des cavités, des érosions qui, vus de loin, simulent l'action des eaux courantes sur les roches encaissantes.

2° Ces érosions se remarquent principalement sur les calcaires coralliens, néocomiens et portlandiens.

3° Lorsque les bancs calcaires sont horizontaux, ces sillons le sont également, et cette horizontalité ajoute à l'illusion ; mais, quand les couches sont inclinées, l'inclinaison des sillons est la même que celle des couches.

4° Examinées de près, ces érosions sont dues à une altération locale de la roche, décomposée en menus fragments qui se détachent journellement.

5° Quand l'altération est limitée, il en résulte une cavité conoïdale ; quand elle se prolonge tout le long de la couche, c'est un sillon.

6° Ces érosions produisent des enfoncements et des grottes, des voûtes, des arcs, des cavités qui traversent ce rocher de part en part. Les parties saines de la roche qui les séparent prennent la forme de colonnes, d'aiguilles, de piédestaux, de tables isolées du massif principal.

M. le secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. le professeur Ange Sismonda :

Géologie. — Observations sur la constitution géologique des Alpes maritimes et de quelques montagnes de la Toscane.
(Extrait d'une lettre de M. le professeur Ange Sismonda à M. Élie de Beaumont.)

Turin, le 30 novembre 1854.

Monsieur,

Je vous écris pour obtenir de votre obligeance quelques éclaircissements sur ce que j'ai observé cet été dans les Alpes maritimes, dans les *monti Pisani*, et dans ceux de *Jano* en Toscane.

Vous connaissez la nature et la structure des Alpes maritimes. On peut se figurer cette chaîne comme une association confuse du granite avec le diorite, entourée de roches cristallines stratifiées, telles que gneiss, micaschistes, etc., sur lesquelles se succèdent, de bas en haut, du calcaire cristallin, noirâtre, en gros bancs, des conglomérats quartzeux en alternance avec des anagénites, tantôt pétro-siliceuses et tantôt ophiteuses, lesquelles s'entremêlent à une espèce de gneiss talqueux contenant une infinité de petits globules de quartz vitreux; enfin, au-dessus de ces roches, il y a une puissante masse de calcaire cristallin, grisâtre et blanchâtre, divisée en couches d'une épaisseur médiocre. Ce n'est que dans quelques localités, comme au col de Tende, que la susdite série de roches est recouverte par du calcaire associé à des schistes de l'époque nummulitique. D'après vos observations, les conglomérats et autres roches détritiques, que quelques géologues anglais avaient placés dans le vieux grès rouge, ont été reportés dans la série oolithique et à l'horizon à peu près de l'oxford-clay.

D'après cette classification, que les faits sont venus confirmer de plus en plus, le calcaire cristallin en gros bancs, inférieur aux conglomérats susmentionnés, serait contemporain de celui qui, dans les Alpes centrales, passe par Vilette en Tarentaise, et que ses fossiles indiqueraient comme appartenant au lias supérieur, tandis que celui qui est supérieur aux mêmes conglomérats représenterait les derniers dépôts de l'époque jurassique; il ne serait pas impossible que les couches les plus superficielles, composées d'un calcaire blanc céroïde, fussent moins anciennes encore et qu'elles fussent des premiers temps de l'époque crétacée (néocomien). On doit donc conclure que dans les Alpes maritimes, en dehors du gneiss, etc., le terrain stratifié le plus ancien qui s'offre à l'observateur remonte à peine à l'époque liasique.

Ce que je viens de dire sur cette chaîne est, jusqu'à un certain point, justifié par ce qu'on rencontre dans les *monti Pisani*, en Toscane. Car à Ripafratta, au-dessous des roches nummulitiques et du calcaire avec silex pyromaque qu'on regarde comme néocœmien, il y a des roches que M. Savi a nommées sommairement *scisti varicolori*. Ce sont des schistes rougeâtres et verdâtres, en alternance avec du calcaire cristallin, des grès, et un conglomérat anagénitique sensiblement talqueux. Cette association de roches ressemble parfaitement aux conglomérats et anagénites de Tende, de Saint-Paul dans la vallée de l'Ubaye, à ceux entre le col de la Seigne et le Chapin, etc. M. Savi regarde cette série de roches comme la représentation du terrain oolithique, et comme étant précisément la partie de ce terrain correspondante à l'oxford-clay. Une pareille classification est particulièrement autorisée par le gisement des roches mêmes ; elles sont immédiatement supérieures à un calcaire cristallin dans lequel le même géologue, M. Savi, a trouvé des fossiles liasiques. Il y a en dessous de ce calcaire liasique un nouveau conglomérat quartzeux, mêlé de quartzite et d'autres roches anagénitiques un peu différentes de celles des couches supérieures. M. Savi nomme ces roches collectivement *verrucano*, parce que la montagne dite la *Verruca* en est essentiellement composée. Or, en réfléchissant au gisement de ces derniers conglomérats, ils doivent représenter les mêmes espèces de roches devenues si célèbres par vos travaux, qu'on remarque à Valorsine, à Ugine, etc.; enfin, ils doivent appartenir à la série de roches que dans les Alpes on a appelées *infraliasiques*. Il y a donc une parfaite ressemblance entre la chaîne des *monti Pisani* et celle des Alpes de la Savoie, etc.

Mais si des *monti Pisani* on va du côté de Sienne, à Jano, on a sous les yeux des faits de toute autre nature. Ici, le *verrucano*, ou la série de conglomérats quartzeux et anagénitiques, sort immédiatement au-dessous du terrain tertiaire *pliocène*, et recouvre des grès psammitiques et des schistes argileux à peine altérés, dans lesquels existe une puissante couche d'anthracite. Dans les schistes environnant ce combustible, on découvre fréquemment des empreintes végétales identiques avec celles des couches anthraciteuses de *Petit-cœur* en Tarentaise ; mais, ce qui plus est, on y trouve en même temps des moules de bivalves, des Encrinites, etc., que MM. Savi et Meneghini disent dans leurs Mémoires être de l'époque houillère. Si les déterminations de fossiles faites par ces géologues sont exactes, le terrain paléozoïque existe à Jano, en Toscane, comme dans l'île de Sardaigne. Mais en supposant le cas

contraire, que la mauvaise conservation des fossiles animaux ait induit en erreur ceux qui les ont étudiés, et qu'au lieu d'appartenir au terrain houiller ils soient de l'époque liasique, dans ce cas on aurait, à Jano, les mêmes terrains qu'en Savoie, avec cette différence cependant, qu'à Jano leur gisement serait *anormal*, c'est-à-dire qu'il y aurait un renversement dans les couches, puisque les psammites et les schistes argileux avec anthracite sont inférieurs aux roches détrito-feldspathiques et quartzeuses, que tout porte à regarder comme identiques avec le *verrucano*, c'est-à-dire comme les représentants des conglomérats de Valorsine, d'Ugine, etc., et non pas comme celles des roches analogues qu'on trouve aussi dans les *monti Pisani*, dans les Alpes maritimes, à Saint-Paul, dans la vallée de l'Ubaye, au-dessous du col de la Seigne, près le Chapiu, à la mine de Pesey, etc., etc.

Enfin, si l'on compare la chaîne des *monti Pisani* avec celle de Jano, dans celle-ci manqueraient le lias et les roches oolithiques, et l'on a, au contraire, les roches anthraciteuses manquant dans les *monti Pisani*; or, ce manque serait-il un simple avortement de couches, ou bien encore, dans la supposition qu'il y a à Jano un renversement de couches, les roches anthraciteuses seraient-elles l'équivalent des couches détritiques et des anagénites supérieures correspondant à l'oxford-clay?

Voilà les questions que je viens vous soumettre, en vous priant d'être assez bon pour me faire connaître votre opinion.

Dans le cas où ce que je viens de vous communiquer sur le terrain de Jano vous paraîtrait insuffisant pour vous former une idée sur son âge, vous en trouverez une description assez détaillée dans les additions que M. Savi et Meneghini ont faites à la traduction du Mémoire de M. Murchison, *Geological structure of the Alps, Apennine and Carpathian*.

Je crois vous avoir écrit dans le temps que notre musée possédait un squelette complet de *Megatherium* adulte; à présent on vient d'en monter un de *Glyptodon* avec sa carapace. Je vous donne cette nouvelle avec l'espérance qu'elle vous engagera à venir passer encore une fois de ce côté-ci des Alpes...

Remarques de M. Élie de Beaumont au sujet de la communication précédente.

Quoique la lettre de M. Sismonda, qui est datée du 30 novembre dernier, m'ait paru, dès le moment où je l'ai reçue, de

nature à intéresser la Société géologique, j'ai cru devoir différer de la communiquer, dans l'espérance de pouvoir réunir les éléments d'une réponse complète à la question qui la termine. La seule chose que je puisse dire aujourd'hui, c'est que, d'après les observations de notre ami commun, M. Pentland, qui a lui-même visité *Jano*, on rencontre dans cette localité des *Productus*, des *Spirifer*, etc., c'est-à-dire des fossiles essentiellement *paléozoïques*. Si, comme je n'en puis douter, ce fait s'établit sans contestation, il contribuera à prouver que dans le midi, aussi bien que dans le nord de l'Europe, les couches voisines des dépôts de combustibles contiennent quelquefois des débris d'êtres marins, et que, malgré la présence des combustibles et des empreintes végétales *analogues entre elles* qui les accompagnent, ces fossiles d'origine marine conservent le caractère paléontologique de l'époque à laquelle ils appartiennent, *paléozoïque*, à *Jano* comme en Sardaigne, *jurassique* à *Petit-Cœur*, comme dans les autres couches jurassiques des Alpes de la Savoie, du Dauphiné, du Valais, etc.

M. Haime, secrétaire pour l'Étranger, lit la lettre suivante de M. Geinitz :

Dresde, le 1^{er} novembre 1854.

J'ai l'honneur d'adresser à la Société un exemplaire de ma *Darstellung der Flore des Hainichen-Ebersdorfer*, et de *Flöhaer Kohlenbassins*, qui vient d'être publié.

La Société verra que la Flore de Hainich-Ebersdorf est plus ancienne que celle de Floeha et Gückelsberg, et qu'il faut la paralléliser avec le calcaire carbonifère, pendant que la Flore de Flöha est la vraie formation houillère.

D'ici à peu de temps, j'espère pouvoir remettre à la Société la continuation de mes travaux sur cette formation si étendue dans la Saxe, et qui correspond si exactement à celle de la France.

Je saisis cette occasion pour déclarer que les travaux classiques de M. Adolphe Brongniart m'ont été du plus grand secours, et que j'ai pu en vérifier toute l'exactitude.

M. Damour fait la communication suivante :

Notice sur la pérowskite trouvée dans la vallée de Zermatt, espèce minérale, par M. A. Damour.

M. Hugard, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle à Paris, a rapporté, vers la fin de l'automne dernier, des minéraux

recueillis dans diverses parties du Tyrol et de la Suisse, et particulièrement dans la vallée de Zermatt, au pied du Mont-Rose et du mont Cervin. Parmi ces minéraux on remarque une substance amorphe, demi-transparente, et douée d'un éclat qui la distingue des autres espèces déjà connues dans cette contrée des Alpes. M. Hugard m'ayant prié d'en faire l'examen, je reconnus après quelques essais, que cette matière minérale, essentiellement formée d'acide titanique et de chaux, devait être rapportée à l'espèce que M. H. Rose a décrite, il y a plusieurs années, sous le nom de *pérowskite*. On sait que cette espèce, encore assez rare dans les collections de Paris, n'avait été rencontrée, jusqu'à ce jour, que dans un seul gîte, celui d'Achmatowsh, près Slatoust, dans les monts Ourals. Les échantillons de pérowskite trouvés par M. Hugard près de Zermatt, au glacier de Findelen, sont en masse réniforme émoussée sur les bords, probablement par l'action des eaux.

Leur couleur est le jaune paille, jaune de miel, jaune orangé tirant quelquefois sur le brun rougeâtre.

Ils sont demi-transparents : quelques fragments de mince épaisseur étant détachés de la masse présentent même une transparence complète.

A l'aide d'une forte loupe, on aperçoit sur l'un de ces échantillons une druse tapissée de cristaux cubiques transparents et incolores.

La cassure du minéral est presque toujours raboteuse et inégale : elle présente cependant, par places, deux clivages rectangulaires sans grande netteté.

Sa poussière est blanche.

J'ai trouvé, pour sa densité, le nombre 4,37 et 4,39.

Il raie l'apatite, et est rayé par une pointe d'acier.

Le barreau aimanté est faiblement attiré lorsqu'on en approche un échantillon un peu volumineux de pérowskite. Cet effet est dû à la présence de petits cristaux de fer oxydulé ou de fer titané qui se trouvent accidentellement disséminés dans la masse du minéral, mais, lorsqu'on renouvelle l'expérience avec des fragments de pérowskite transparente et pure, le barreau aimanté cesse d'être attiré. J'ai observé le même effet sur des morceaux de pérowskite recueillis dans le gîte de l'Oural.

Exposé à la flamme du chalumeau, le minéral reste infusible, et ne change pas d'aspect.

Il se dissout complètement dans le sel de phosphore, et lui communique, au feu de réduction, la couleur bleu violacée particulière à l'oxyde de titane.

Il est attaqué, à chaud, par l'acide chlorhydrique, et s'y dissout partiellement.

L'acide azotique ne l'attaque pas.

L'acide sulfurique porté à la température d'environ $+ 300$ degrés le décompose entièrement, en dissolvant l'acide titanique, et en formant du sulfate de chaux.

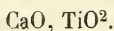
La moyenne des deux analyses a donné les nombres suivants :

		Oxygène.	Rapports.
Acide titanique. . .	0,5923 —	0,2362 —	2
Chaux.	0,3992 —	0,1135 } 0,1160 —	4
Oxyde ferreux. . . .	0,0114 —	0,0025 }	
Magnésie (traces). .	»		
	4,0029		

La pérowskite des monts Ourals analysée par MM. Jacobson et Brook, est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Acide titanique. . .	0,5900 —	0,2343 —	2
Chaux.	0,3676 —	0,1016 } 0,1129 —	4
Oxyde ferreux. . . .	0,0479 —	0,0109 }	
Magnésie.	0,0011 —	0,0004 }	
	4,0066		

On voit, par ces résultats, que les échantillons trouvés à Zermatt, et ceux qui proviennent des monts Ourals, se confondent en une seule et même espèce représentée par la formule :



La pérowskite de Zermatt est, comme celle des monts Ourals, engagée dans une gangue talqueuse schistoïde de couleur verte, traversée par des veines de calcaire cristallin. Elle est associée à du fer oxydulé et à de petits filets d'asbeste flexible. L'un des échantillons rapportés par M. Hugard est recouvert d'une croûte noire, épaisse de quelques millimètres, que j'ai reconnue être essentiellement formée de fer titané, renfermant une proportion assez notable d'oxyde de manganèse et de magnésie. Je ferai connaître prochainement la composition plus exacte de cette nouvelle matière minérale.

La pérowskite vient ainsi s'ajouter à la liste des espèces particulières aux terrains serpentineux et talqueux des Alpes piémontaises, espèces qui se retrouvent avec des caractères identiques dans la

partie des monts Ourals située dans le district d'Achmatowsk, près Slatoust, en Sibérie. Cette similitude d'aspect est telle, en effet, que lorsqu'on met en regard les échantillons recueillis dans chacune de ces localités si éloignées l'une de l'autre, on serait tenté de croire, du moins pour la plupart d'entre eux, qu'ils proviennent d'un seul et même gîte. Ce fait que je signale ici a été déjà remarqué par plusieurs minéralogistes, et M. Hugard se propose de le faire ressortir davantage dans un mémoire qu'il prépare sur les gîtes des minéraux des Alpes.

Voici les noms de ces espèces :

Grenat grossulaire.

Grenat topazite.

Idocrase.

Diopside.

Chlorite.

Ripidolithe.

Pennine.

Serpentine.

Sphène.

Zircon.

Corindon.

Rutile.

Fer oxydulé.

Fer titané.

Pérowskite.

En considérant cette réunion assez nombreuse des mêmes espèces qui se présentent sous un aspect identique, ne serait-on pas fondé à attribuer leur formation à une même cause, et ne pourrait-on pas supposer que les roches et les terrains qui les renferment ont une origine commune et contemporaine ? C'est une question que je soumetts aux géologues.

M. Barrande demande à M. Damour s'il pense que le mode de formation des minéraux ait varié suivant les divers âges du globe, et si, par conséquent, ces substances inorganiques pourraient, comme les corps organiques, servir à reconnaître les grands ensembles de terrains.

M. Damour répond que dans sa conviction les connaissances minéralogiques et géologiques ne sont pas assez avancées pour qu'il soit permis d'assigner des âges spéciaux aux diverses espèces minérales.

M. Constant Prévost fait observer qu'il est difficile de concevoir comment des minéraux pourraient caractériser tel ou tel âge du monde. Leur nature dépend de celle des formations, et les mêmes formations ont dû se représenter pendant les différentes époques géologiques.

M. Nérée Boubée pense que, si les êtres organisés ont varié suivant les âges du monde, il n'y a nulle raison pour que les minéraux n'aient pas également varié. Il émet l'opinion qu'un grand nombre de substances sont spéciales aux terrains primordiaux, d'autres spéciales aux roches métamorphiques, d'autres aux roches sédimentaires normales. Ce fait résulte de ce que chaque groupe de formation est accompagné d'une série particulière de minéraux, et de ce que chaque âge voit se produire des formations spéciales. Ainsi, le diamant se trouve originairement dans les roches primordiales, telles que les itacolumites. En général la fluorine caractérise l'étage dévonien. La baryte est commune dans les filons des âges anciens. Au contraire, la strontiane, rare pendant la période primitive, est abondante dans la période secondaire. Selon M. Nérée Boubée, les variétés minéralogiques sont des tous aussi bien définis que les espèces zoologiques journellement créées par les paléontologistes. Il n'existe pas de raison pour que telle variété de carbonate de chaux ne puisse caractériser les étages tertiaires aussi parfaitement que telle ou telle espèce de coquille fossile.

M. le marquis de Roys fait observer que les rhomboédres inverses se trouvent également dans les grès de Fontainebleau et dans les poudingues de Nemours. Ce fait prouve que les mêmes minéraux appartiennent à des époques distinctes.

M. Élie de Beaumont fait observer que parmi les géologues, plusieurs pensent que les *causes actuelles* ont agi dès l'origine des choses comme elles agissent aujourd'hui. Ils supposent que les phénomènes physiques et chimiques sont restés identiquement les mêmes : aux yeux de ces naturalistes, il ne doit pas sembler probable que les minéraux aient varié selon les diverses époques.

Au contraire, ajoute M. Élie de Beaumont, d'autres géologues, au nombre desquels je me place, pensent que les *causes actuelles* n'ont pas agi dans les temps anciens avec la même

intensité qu'aujourd'hui. Ils croient que de nombreux changements sont survenus dans la constitution de notre globe; plusieurs d'entre eux admettent qu'il a *vieilli*, qu'il s'est *refroidi*, que son écorce solide a *augmenté d'épaisseur*, que l'appareil électro-chimique, formé par cette écorce refroidie, reposant sur une masse incandescente, est devenu moins énergique à mesure que l'épaisseur de l'écorce a augmenté; que les actions chimiques qui ont concouru à la formation des minéraux ont été beaucoup plus actives dans les premiers âges du monde qu'aux époques subséquentes. Ils expliquent ainsi le fait que les formations anciennes renferment une plus grande variété de minéraux et *un plus grand nombre de corps simples* (1) que les formations modernes. Ils pensent que tout dans la nature minérale annonce un *commencement*, et qu'on peut y observer une foule de circonstances que le célèbre géologue écossais Hutton n'avait pas remarquées, lorsqu'il déclarait, en termes devenus en quelque sorte la *devise* du système des causes actuelles, « que, dans l'économie du » monde, il ne pouvait trouver les traces d'un commencement » ni l'annonce d'une fin. »

In the economy of the world I can find no traces of a beginning, no prospect of an end (2).

M. Martins présente un moule de M. Bardin représentant un grès des Vosges, qui porte les marques de grandes érosions.

M. Constant Prévost rappelle que les bâtiments du Louvre avant les restaurations qui ont eu lieu récemment présentaient de nombreuses marques de la dégradation des eaux pluviales. Dans ces traces de dégradation il voit une preuve que non-seulement les grands courants, mais l'eau seule de la pluie suffit pour creuser les roches.

M. Élie de Beaumont fait observer que, dans les *Annales des mines* de 1826 et 1827, il a signalé les corniches et les cavités que les érosions forment dans le grès bigarré des Vosges.

(1) Voyez *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*, par M. Élie de Beaumont (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e sér., t. IV, p. 4249).

(2) Lyell, *Principles of geology*, 6^e édit., t. I, p. 93.

M. Albert Gaudry rend compte de la lettre suivante de M. Gaillardot.

Études géologiques et topographiques sur la Syrie, par M. le docteur Ch. Gaillardot, médecin de l'hôpital militaire de Saïda (Syrie).

LETTRE DEUXIÈME (1).

Description géologique de la montagne appelée Djebel Khaisoûn, au nord de Damas.

Deux séries principales de chaînons se détachent du Djebel-Chaikh, point culminant de tout le système libanien. L'un de ces chaînons, parallèle au Liban, se dirige vers le N., longe à l'E. la Bekâa, vallée Laitani, et vient à quelques lieues au-dessus de Balbeck s'éteindre dans les plaines de Homs : c'est l'Anti-Liban proprement dit. L'autre se divise lui-même en plusieurs branches qui vont en rayonnant vers l'E. se perdre dans le désert de Syrie, encaissant plusieurs vallées dont la principale est celle de Damas. Cette vallée, au N., est formée par une petite chaîne de collines qui se dirige vers l'E., et, au dire de plusieurs voyageurs, s'étend sans interruption jusqu'à Palmyre : son point le plus élevé est au niveau de Damas où elle est coupée par un profond ravin qui donne issue au Barrada. Le massif de montagnes, à l'E. de ce ravin, prend le nom de Djebel Khaisoûn et s'élève presque à pic au-dessus de la ville ; les couches qui le forment sont fortement relevées, plongent du N. au S. sous un angle d'environ 70° et appartiennent, je crois, aux calcaires supérieurs du Liban. Je ne chercherai point ici à établir à quelle formation on peut les rapporter ; ce n'est que lorsque j'aurai étudié en détail toutes les couches dont l'ensemble forme le système libanien, qu'il me sera

(1) La première et la deuxième lettre ont été publiées dans les *Annales de la Société d'émulation des Vosges*, t. V, 3^e cahier, et t. VI, 3^e cahier.

La nature de mon service et de mes occupations m'empêchant d'entreprendre un travail de longue haleine et de faire les voyages qu'il nécessiterait, j'ai choisi la forme de lettres pour pouvoir communiquer, les unes après les autres, les observations que j'ai faites en Syrie et la description des localités que je puis explorer. Plus tard, cette série de mémoires pourra être réunie ; elle formera alors un tout et sera une description géologique et topographique de la Syrie.

possible de m'occuper de la partie théorique qui ne doit venir que comme corollaire des faits : aujourd'hui, je me bornerai à décrire les diverses couches calcaires qui forment le Djebel-Khaisoûn et à établir leur ordre de superposition.

En sortant de Damas et se dirigeant au N., on marche pendant environ une demi-heure sur des poudingues et des brèches reposant sur un terrain d'alluvion moderne qui ressemble beaucoup au lœss des grandes vallées. Ce système d'alluvions s'étend en couches horizontales et forme le sol de toutes les grandes plaines, de toutes les grandes vallées de la Syrie. Il n'entre point dans mon plan de les décrire ici.

La figure 1 est un profil de la montagne pris d'une des fenêtres de l'hôpital militaire de Damas : on n'aperçoit que le dos des couches s'imbriquant les unes sur les autres, excepté dans la partie traversée par la ligne CD, où l'on voit les tranches.

La figure 2 est la coupe théorique, résumé de la figure 1. Les couches étant, comme je l'ai déjà dit, relevées jusqu'à pic, et les supérieures géologiquement étant à la partie inférieure de la montagne, il en résulte que les deux séries sont inverses dans les deux coupes.

Examen des couches. — Après avoir passé le bourg de Salhieh, que l'on peut regarder comme un faubourg de Damas, on commence à monter et l'on trouve les couches suivantes :

1. Alternative de couches de marnes calcaires (1'), blanches, fendillées, complètement divisées en très petits fragments et d'un calcaire n° 1 (1) blanc, très friable, ressemblant à de la craie impure et terreuse : cette série de couches est presque perpendiculaire ; elle incline légèrement du S.-E. au N.-O., et l'on marche sur les tranches.

2. Calcaire fauve clair, terreux, friable, mêlé d'une faible quantité de matière siliceuse, qui le rend rude au toucher, traversé dans plusieurs directions le plus souvent parallèles aux couches par des infiltrations de fer oxydé brun, par de petites veines de carbonate de chaux lamellaire, compacte, blanc nacré, quelquefois par des fissures dont les parois sont tapissées de petits cristaux de la même substance. Dans quelques points (en *a*), le calcaire devient insensiblement plus compacte, prend une couleur rouge brique plus ou moins foncée et forme des couches assez épaisses intercalées dans les premières. De splaques (*b*) d'environ 2 cen-

(1) Ces numéros correspondent à des échantillons envoyés par l'auteur à la Société géologique.

Fig. 4. Coupe naturelle de la montagne appelée Djebel-Khoisouin, au nord de Damas (prise d'une fenêtre de l'hôpital militaire de Damas), 2 juillet 1854.

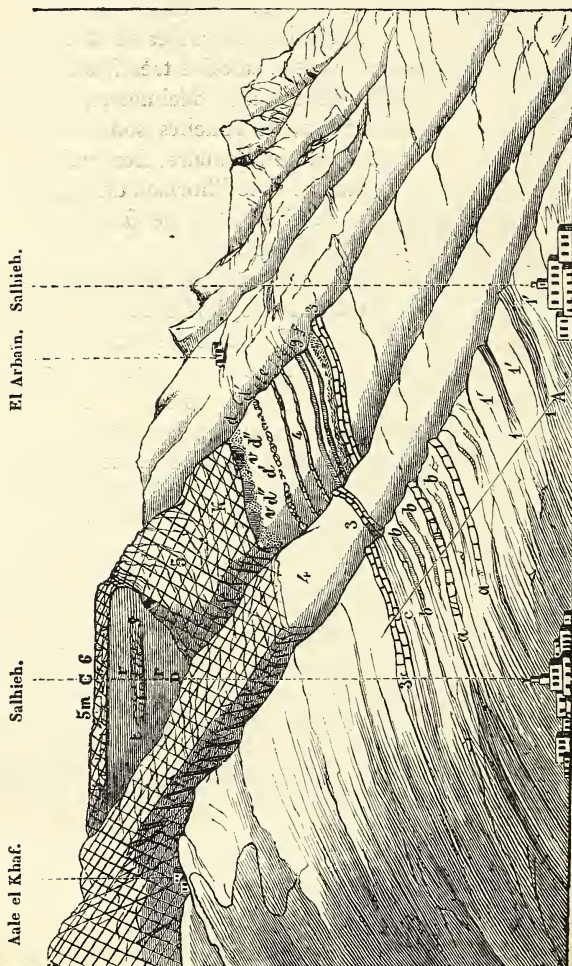
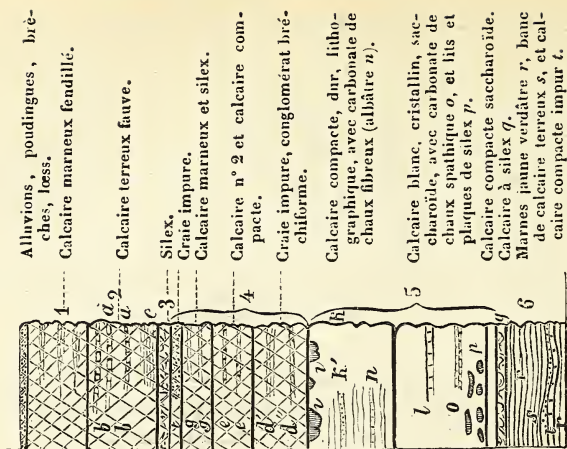


Fig. 2. Ordre de superposition des couches.
Coupe théorique.



Alluvions, poudingues, brèches, loess.

Calcaire marneux fendillé.

Calcaire terreux fauve.

Silex.

Graie impure.

Calcaire marneux et silex.

Calcaire n° 2 et calcaire compacte.

Graie impure, conglomérat bréchiforme.

Calcaire compacte, dur, lithographique, avec carbonate de chaux fibreux (albâtre n).

Calcaire blanc, cristallin, saccharoïde, avec carbonate de chaux spathique o, et lits et plaques de silex p.

Calcaire compacte saccharoïde.

Calcaire à silex q.

Marnes jaunes verdâtres r, banc

de calcaire terreux s, et cal-

caire compacte impur t.

timètres d'épaisseur, disposées en lits non continus, parallèles à la direction des couches, sont disséminées dans les deux séries 1 et 2. Ces plaques sont formées d'une substance d'apparence et de couleur de corne, cassante, esquilleuse, se rayant facilement par le quartz, ne se dissolvant dans les acides qu'après avoir été calcinée très lentement et sans aucune effervescence. C'est peut-être du sulfate de strontiane? Le manque de réactifs m'a empêché de m'en assurer.

A mesure que l'on s'approche de la partie inférieure, le calcaire devient plus marneux; il repasse aux marnes blanches fendillées (n° 1).

3. On trouve au-dessous un banc de silex corné, brun verdâtre, ou blanc nacré, quelquefois même légèrement jaspé, très esquilleux, fendillé: quelquefois, surtout aux bandes, à son point de contact avec les couches calcaires, il présente un véritable conglomérat de fragments angulaires ou roulés de calcaire terreux et de quartz réunis par un ciment calcaire très friable. L'épaisseur du banc de silex est d'environ 6 à 10 décimètres.

A mesure que l'on s'élève, les couches sont moins relevées; elles s'éloignent plus de la perpendiculaire. Les premières couches de calcaire marneux formaient avec l'horizon un angle de 75 à 80° vers le N.-O. La couche de silex n° 3 ne fait plus qu'un angle d'environ 45° dans la même direction.

4. Immédiatement ensuite vient une série très irrégulière de couches de calcaire terreux, blanc, mêlé du n° 2. Au point de contact avec les silex n° 3, en *f*, ce calcaire ressemble à une craie impure; il est terreux, friable, doux au toucher, blanc, traversé de veines et de noyaux d'un rouge violet plus ou moins foncé, parsemé de grains d'oxyde brun de fer. Il repose sur des couches peu épaisses de calcaire marneux blanchâtre, coupées par des lits de 1 à 4 décimètres de silex blanc, gris, très fendillé (*g*). Au-dessous recommence le calcaire fauve n° 2, alternant avec des lits moins épais (*e*) de calcaire compacte, à grain très fin, à cassure esquilleuse, d'une teinte violette plus ou moins foncée, parsemé de petits cristaux et de veines de carbonate de chaux blanc.

Dans quelques points, il est perforé de cavités irrégulières remplies du même calcaire, qui est coloré d'une teinte plus foncée et présente une apparence spongieuse.

Nous retrouvons ensuite le calcaire terreux blanc, alternant encore avec le n° 2. Il forme des couches très irrégulières (*d*) dont quelques-unes, surtout à sa partie supérieure (en *d'*), sont un véritable conglomérat bréchiforme de fragments roulés et anguleux

de la même roche, réunis par un ciment de la même nature, tantôt blancs, tantôt d'un rouge plus ou moins vif, quelquefois jaune orangé. Dans les fissures de ce conglomérat se trouvent déposées des plaques de carbonate de chaux spathique. Dans quelques points, la roche prend la structure pisolitique, mais sur une trop petite échelle pour constituer autre chose qu'un accident.

Au point de contact avec les couches de calcaire sur lesquelles repose la série n° 4, on trouve d'espace en espace, et comme ramassés dans des cavités, des amas (*v*) de cailloux roulés et de fragments anguleux du calcaire n° 5.

5. Le système de couches de calcaire marneux que je viens de décrire repose sur une autre série uniquement formée de nombreuses couches de calcaire compacte, séparées par des lits de peu d'épaisseur de calcaire marneux blanchâtre : ces couches forment des escarpements tellement roides que j'ai été obligé, pour les étudier, de changer de direction et de passer sur la colline au N.-E. de celle par laquelle j'ai commencé.

Les huit ou dix couches supérieures, ayant chacune une épaisseur variant entre 3 à 6 mètres, sont formées d'un calcaire (5 K) compacte, dur, d'un grain extrêmement fin, à cassure esquilleuse et conchoïde, avec des dendrites ou des veines de carbonate de chaux lamelleuses dans les rares fissures qui le traversent : il est gris jaunâtre, quelquefois veiné de rose parallèlement à la direction des couches (K) et ressemble beaucoup au calcaire lithographique. La partie inférieure des couches présente fréquemment des accidents bréchiiformes : c'est au centre que la roche a le plus de consistance et a le grain le plus fin. Dans quelques points, il y a des lits de 5 à 10 centimètres d'épaisseur de carbonate de chaux fibreux, formé de veines superposées, constituant un véritable albâtre calcaire (5'').

A mesure que l'on s'élève vers le sommet de la montagne, et que par conséquent on rencontre les couches inférieures, on remarque deux faits principaux : 1° le calcaire devient de plus en plus cristallin ; quelquefois il est saccharoïde, très compacte, très dur, d'un blanc pur, dans quelques points, comme en *l*, coloré d'une belle teinte rose, irrégulièrement mêlée avec le blanc, ce qui lui donne une très belle apparence et le fait employer pour ornement dans les maisons de Damas. Dans toute cette série de couches de calcaire cristallin, les veines de chaux carbonatée cristallisée sont beaucoup plus nombreuses et plus épaisses ; la forme spathique se dessine de plus en plus, et l'on trouve comme en *o* des masses de carbonate de chaux spathique, bien cristallisé, d'un beau blanc de

lait, d'apparence nacrée, rarement coloré en rose ou en vert clair.

Dans toute la série, mais surtout dans les couches inférieures (*p*), on trouve disséminés des rognons et des plaques de silex blond ou brun, d'apparence nacrée, empâté dans le calcaire avec lequel ses surfaces se mêlent par un passage insensible.

2° Le deuxième fait que l'on observe est le suivant : les couches inférieures, à mesure qu'elles se rapprochent de la montagne, s'abaissent vers le N.-O., leur angle d'inclinaison diminue, et elles finissent par être presque horizontales, au N., derrière et entre les deux montagnes de Koubbé-el-Nasr et El-Arbain, au point où elles ont été violemment déchirées pour former une espèce de cirque en entonnoir (6), sur la paroi N. duquel paraissent les marnes verdâtres, inférieures à tout le système de couches calcaires que je viens de décrire.

La série n° 5 est terminée par une couche (*m*) d'environ 8 mètres d'épaisseur d'un calcaire dur, esquilleux, cristallin, presque saccharoïde, blanc à l'intérieur, gris à l'extérieur : dans quelques points (*m'*), il est compacte, à cassure conchoïde, à grain extrêmement fin, et prend une teinte grisâtre : on y remarque de rares accidents de structure pisolitique, et quelquefois il prend une apparence bréchiforme ; les fragments et la pâte formés par la même roche (*m'*) font corps l'un avec l'autre, et ne se distinguent que par une différence de teinte plus claire dans les premiers. Quelquefois le ciment de ces brèches est noirâtre, et toute la roche est percée de cavités irrégulières dont les parois sont revêtues, tantôt d'oxyde de fer brun, tantôt de petites veines de carbonate de chaux lamellaire (*5m''*).

A la partie inférieure de ces couches *m* et *m'*, le calcaire est moins pur, son grain est moins fin, la teinte grise est plus foncée : de nombreux lits de silex très irréguliers (*5q*) le traversent parallèlement à la direction de ses couches. Ce silex est très cassant, esquilleux, d'un blanc jaunâtre plus ou moins foncé intérieurement : extérieurement il est brun, lustré par l'action de l'air. Ces lits de silex sont mêlés avec le calcaire et font pâte avec lui. Les veines et les amas de chaux carbonatée cristallisée deviennent de plus en plus rares ; les silex diminuent ; le calcaire devient de plus en plus terreux et se confond par un passage insensible avec une série de couches de marnes calcaires (*6r*) jaunes verdâtres, n'ayant aucune apparence de stratification, tant leur surface est altérée par l'action de l'air et réduite en petits fragments.

Au-dessous de ces marnes, qui ont environ 10 mètres d'épaisseur, vient un banc de calcaire terreux (*s*) assez consistant, jaunâtre,

traversé par des fissures sur les bords desquelles l'oxyde brun de fer a produit une couleur rouge-brique foncée : cette couche peut avoir 2 mètres d'épaisseur, et repose sans passage sur un lit (t) de calcaire impur, gris foncé, plus compacte que le précédent, qui lui même passe insensiblement aux marnes jaunes verdâtres identiquement les mêmes que celles des couches r. Ces deux couches de calcaire intercalées dans les marnes ont chacune environ 2 mètres d'épaisseur. Les marnes plongent ensuite et disparaissent recouvertes par les couches du calcaire n° 5.

Le manque de temps et surtout le manque d'instruments m'ont empêché de déterminer exactement l'épaisseur de toutes les couches que j'ai décrites : j'ai mieux aimé ne rien dire de leur épaisseur, plutôt que de donner des chiffres approximatifs ou erronés : j'espère, dans un prochain voyage, pouvoir compléter et rectifier tout ce qu'il y a de défectueux dans ce que je viens de dire.

Le versant N. du Djebel-Khaisouïn n'est point escarpé comme le versant S. ; il s'étend, au contraire, sur un espace de deux ou trois lieues jusqu'aux montagnes de Souk-el-Barrada, en formant des collines et des plateaux peu élevés, séparés par des crevasses et des ravins creusés par les eaux. Dans le point le plus rapproché du sommet, le fond de ces ravins est formé par les marnes jaunes verdâtres surmontées de tables des calcaires 5 m et 5 p, comme l'indique la coupe n° 4. La direction de ces marnes et de ces calcaires est donc opposée à celle des couches du versant S., et leur inclinaison est beaucoup moins forte ; elles plongent sous des collines que je n'ai point encore visitées, mais qui, de loin, m'ont paru formées par des marnes rougeâtres surmontées de bancs de calcaire ou de poudingue. Peut-être ces collines appartiennent-elles au grand terrain d'alluvion, produit du lac qui probablement s'étendait autrefois entre Souk-el-Barrada et Djebel-Khaisouïn : j'étudierai cette question dans un autre travail.

Dans toutes les couches que je viens de décrire, je n'ai pas trouvé le moindre vestige de fossiles.

En résumé, la montagne appelée Djebel-Khaisouïn qui, au N., domine Damas, est formée de trois étages bien marqués. Le premier est une suite de couches de calcaire marneux et terreux, coupées de bancs de silex (n°s 1, 2, 3, 4) et recouvert à sa partie inférieure par le terrain d'alluvion.

Le second est formé par une série de couches de calcaire compacte et cristallin, séparées par des lits de marne et de calcaire terreux (n° 5).

Enfin, le troisième étage (n° 6) est formé par des marnes cal-

caires, jaunes verdâtres, beaucoup plus argileuses que celles qui constituent le n° 1.

J'ai déjà plusieurs fois, en étudiant la nature des couches, parlé de leur direction et de leur inclinaison. En général, celles du versant S. sont relevées du S.-E. au N.-O., faisant avec l'horizon un angle d'autant plus ouvert qu'elles se rapprochent plus du pied de la montagne.

Les couches du versant N. sont complètement opposées aux premières : elles se relèvent du N.-O. au S.-E., et c'est au point où se rencontreraient les têtes de couches qui forment les deux versants, que se trouve la crevasse en entonnoir, au fond et sur les parois de laquelle paraissent les marnes inférieures.

Les trois étages appartiennent à la même formation, car leur stratification est concordante, et ils passent l'un et l'autre par un mélange, une interposition des couches à leur point de contact. Entre les premières couches de calcaire compacte n° 5, on retrouve des marnes blanchâtres et des calcaires terreux n° 2. La partie supérieure des marnes, n° 6, est coupée de bancs de calcaire cristallin avec silex, tandis que les couches inférieures de ce calcaire sont séparées les unes des autres par des lits de marne jaune verdâtre, qui augmentent d'épaisseur à mesure que l'on descend. La dernière couche de calcaire, 6 t, se confond par un passage insensible avec ces marnes.

Je crois que toute cette série de roches appartient aux calcaires marneux qui forment la partie supérieure du système libanien et qui sont beaucoup plus développés sur le versant O. de la chaîne.

Les altérations dans la structure des roches, le désordre, le redressement, le contournement des couches sont dus à l'action des roches ignées qui, presque seules, forment le sol de la région à l'E. de Damas, et que l'on retrouve à fleur du sol dans beaucoup de points de l'Anti-Liban. A environ une lieue à l'O. de la montagne X, il y a un massif considérable de roches volcaniques en décomposition. La description de ce massif, que je n'ai point encore pu complètement étudier, formera le sujet d'un autre travail. Je me bornerai à dire qu'en général, dans le Liban, les roches ignées forment le fond des vallées les plus profondes, ou se montrent en petite quantité sur les versants des vallées, tandis que, dans toute la partie N. de l'Anti-Liban et la région au S. de Damas, elles forment des plateaux, des massifs de collines assez étendus, quelquefois même des pics plus élevés que les calcaires qui les entourent.

Séance du 19 mars 1855.

PRÉSIDENTENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

A la suite de la lecture du procès-verbal, M. Barrande fait observer que les notes de M. Rozet et de M. Scipion Gras laissent planer de grandes incertitudes sur la question des terrains anthracifères des Alpes; car il existe des différences très nombreuses entre les conclusions de ces deux savants géologues. Il rappelle quel intérêt paléontologique s'attache à la connaissance de la superposition des couches anthracifères dans les Alpes, et il exprime le désir que l'un des secrétaires entreprenne le résumé de toutes les notes qui ont été composées sur ce sujet dans les différents pays de l'Europe.

M. Rozet fait observer que, malgré l'intérêt qu'il attache au résumé dont parle M. Barrande, il n'a pas cru devoir s'en charger, car ayant émis une opinion personnelle sur l'âge des terrains anthracifères des Alpes, il eût pu être accusé de partialité dans l'appréciation des ouvrages où cette question est traitée.

M. Albert Gaudry répond que M. le Président de la Société géologique a prévenu le désir qui est manifesté, de voir résumer les travaux entrepris sur les terrains anthracifères des Alpes. Comme secrétaire, il a été chargé, par M. Élie de Beaumont, d'analyser ces travaux, et dans les prochaines séances, il présentera la série des résumés de tous les ouvrages publiés en langue française, anglaise et italienne, sur les terrains anthracifères, depuis 1782 jusqu'à cette année.

Le Président annonce une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *Résumé des travaux statistiques de l'Administration des mines en 1847, 1848, 1849, 1850, 1851 et 1852*, in-4, 391 p., Paris, 1854, imprimerie impériale.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 10 et 11.

Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2^e sér., t. X, nos 1 et 2.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. I, 1853, 2^e partie, *Tableaux météorologiques*, f. 12-14.

L'Institut, 1855, nos 1105 et 1106.

The Athenæum, 1855, nos 1428 et 1429.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire pour la minéralogie, la géognosie, la géologie et la paléontologie), par MM. de Leonhard et Bronn, 1854, 7^e cahier.

Revista minera, 1855, n° 115.

Nov. act. Academiae Cæs.-Leopold.-Carol. Naturæ Curiosorum, t. XIV, 1^{re} partie.

Natuurkundige Verhandelingen, etc. (Mémoires de la Société hollandaise des sciences naturelles de Harlem), in-4, 2^e sér., t. III et IV.

Verhandelingen, etc. (Mémoires publiés par la Commission chargée de la publication de la carte géologique de la Hollande), in-4, II^e vol.

M. le Président annonce la mort de M. Maillard, membre de la Société géologique.

M. le secrétaire lit la lettre suivante de M. Bianconi.

Bologne, 26 février 1855.

Monsieur et très honorable confrère !

La Société géologique vient de perdre un de ses membres, M. le comte Camillo Salina. Cette mort a comblé de douleur la ville de Bologne.

Le comte Salina a toujours aimé passionnément la minéralogie. Sa riche collection, soigneusement classée, était fréquemment visitée par les savants qui passaient dans notre ville et étaient attirés dans son hôtel par sa réputation de bienveillance et d'urbanité. Plusieurs collections de géologie topographique, les roches et minéraux des environs de Rome, du royaume de Naples et de la Sicile, qu'il avait recueillis pendant ses voyages dans ces pays, des fossiles, une collection de coquilles vivantes remarquable par les objets du Mozambique (dont il a procuré tant de richesses à

l'Université), une bibliothèque de minéralogie et de géologie formaient son cabinet, qui, à présent, par une généreuse disposition de ses fils héritiers, va être déposé en entier dans les salles célèbres de l'Archigymnase de Bologne, afin d'y perpétuer les collections et la mémoire de l'homme illustre décédé. Surchargé de fonctions municipales et administratives dans notre ville, il avait peu de loisirs pour s'adonner à la science qu'il aimait, et dont les doux soulagements semblaient réservés à ses dernières années. Le comte Salina était membre de l'Académie des sciences de Bologné et de la Société zoologico-botanique de Vienne.

Il est mort dans sa patrie le 28 janvier passé, âgé de soixante-deux années, en homme instruit, vertueux, très bienfaisant.

Agréez, etc.

En présentant à la Société son ouvrage intitulé : *De la pluie en Europe, in-12, 150 pages, Paris, 1855*, M. Rozet donne lecture de la Préface, dont voici le résumé :

Les travaux géodésiques que l'auteur a exécutés sur les hautes montagnes, dans un intervalle de douze ans, l'ont mis à même d'étudier une grande partie des phénomènes qui donnent naissance aux orages, à la neige et à la pluie.

Au grand nombre de faits, qu'il est ainsi parvenu à rassembler, il en a joint d'autres, extraits des ouvrages de de Saussure, de Kaemtz, de Becquerel, de Peltier, etc.

Cet ensemble l'a naturellement conduit à l'explication des phénomènes qui concourent à la formation des orages et de la pluie, et de ceux qui résultent de la chute de l'eau sur la terre.

M. Rozet n'a pas voulu faire un traité de météorologie; toute son attention s'est concentrée sur le grand phénomène de la pluie, auquel se rattachent directement un grand nombre d'autres; en sorte que la question est beaucoup plus compliquée qu'elle ne le paraît d'abord :

« Je n'ai pas, dit-il en terminant, la prétention de l'avoir » complètement résolue; en ajoutant à ce que l'on savait déjà » les découvertes que j'ai faites, j'ai essayé de l'élucider autant » que le permet l'état actuel de nos connaissances. »

M. le secrétaire lit la lettre suivante de M. Charrel.

Vouziers (Ardennes), le 15 mars 1855.

Monsieur le secrétaire,

La formation des grottes et cavernes naturelles est attribuée, par quelques-uns, à l'action érosive des eaux, par plusieurs, à des affaissements de terrains, et, enfin, par le plus grand nombre, aux effets produits par les soulèvements.

Quoi qu'il en soit, et puisque l'on n'est point d'accord sur les causes qui les ont produites, je crois devoir vous signaler un fait sur lequel j'appelle toute votre attention, parce qu'il pourrait, jusqu'à un certain point, indiquer l'époque géologique de la formation de certaines grottes et cavernes qui existent dans les montagnes qui séparent la France d'avec la Belgique. Ce fait est la présence, dans l'intérieur d'une stalactite, de petits coquillages fossiles qui appartiennent à plusieurs espèces, entre lesquelles on distingue facilement la *Planorbe* terrestre, et le petit coquillage connu sous le nom de *Pupa*.

On doit donc nécessairement conclure de la présence de ces petits mollusques, dans le milieu, comme au sommet et jusqu'à la base même de la stalactite, que ces petits animaux existaient déjà au moment où les parois de la caverne que je signale plus particulièrement s'entr'ouvrirent pour laisser filtrer, goutte à goutte, l'eau chargée des matières incrustantes qui devaient les ensevelir.

Or, comme les grottes sont postérieures aux fossiles, et que ceux-ci sont des espèces assez modernes, il faut en tirer cette conséquence rigoureuse, que la formation des premières remonterait à peine au delà des temps historiques.

La stalactite en question a été recueillie dans une grotte entre Sedan et Bouillon, et je pourrais au surplus, si la communication vous paraissait utile, vous faire parvenir les fragments de cette stalactite.

M. Hébert présente à la Société plusieurs fossiles remarquables du bassin de Paris; ce sont :

1° Le tibia gauche de l'oiseau gigantesque (*Gastornis parisiensis*) recueilli à Meudon, à la partie supérieure du conglomérat qui forme la base de l'argile plastique, donné à M. Hébert, pour la collection de l'École Normale, par M. Planté, préparateur de physique au Conservatoire des arts et métiers. Ce tibia, présenté à l'Académie des sciences par M. Constant Prévost, a été

l'objet, de la part de MM. Lartet et Hébert, de notes insérées dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie* (12 mars 1855), et qui en donnent la description. Il est plus volumineux que celui de l'autruche et il résulte de l'examen fait par MM. Lartet et Hébert, qu'il a appartenu à un oiseau nageur tenant à la fois des échassiers et des palmipèdes, conclusion formellement approuvée par M. Valenciennes (même séance), et qui n'a été contestée par personne.

2^o Deux poissons du calcaire grossier inférieur de Nanterre. L'un, conservé en son entier, de 0^m,650 de longueur et de 0^m,105 de largeur, est un type nouveau, s'éloignant de tous ceux que renferme le grand ouvrage de MM. Cuvier et Valenciennes, aussi bien que des poissons fossiles décrits par M. Agassiz. Ce type est caractérisé par une dorsale continue, sans caudale, et par de longues vertèbres; il ne paraît pas avoir de nageoire ventrale. L'autre, représenté par trois individus dont le premier a la tête à peu près intacte, le deuxième une grande partie du corps depuis la tête, à laquelle manque la mâchoire supérieure, jusqu'à une petite distance de la queue; le troisième, la dernière partie du corps, la queue comprise. Ces différentes pièces permettent de se faire une idée complète du poisson. Il avait au moins 1 mètre de long sur 0^m,09 de large. Celui de la collection de l'École des Mines, figuré par M. Gervais, n'a que 0^m,45 de long. Il appartient à une espèce déjà signalée par M. Agassiz, sous le nom d'*Hemirynchus Deshayes* (1), mais établie sur un échantillon très imparfait et que M. Gervais (2) a rapporté au genre *Palæorynchum*, pensant que la différence de longueur des mâchoires qui avait servi de base à la distinction générique de M. Agassiz reposait sur une erreur produite par le mauvais état de l'échantillon observé. Il ne saurait maintenant y avoir aucun doute sur ce point. L'échantillon de la collection de l'École Normale montre très nettement que la mâchoire supérieure a une longueur beaucoup plus considérable que l'inférieure; peut-

(1) Agassiz, *Ossements fossiles*, vol. IV, p. 88; et *Atlas*, vol. V, pl. 30 (sous le nom d'*Histiophorus Deshayes*).

(2) Gervais, *Paléontologie française, poissons fossiles*, p. 7 et pl. 71, fig. 2 et 3.

être l'espèce figurée par M. Gervais est-elle différente? Dans tous les cas, il y aurait aujourd'hui possibilité de faire du genre *Hemirhynchus* une étude bien plus complète.

Ces poissons se trouvent avec d'autres genres différents (*Labrax*, *Acanthurus*, *Zanclus*) dans des assises essentiellement marines, au-dessus des bancs coquilliers du calcaire grossier inférieur, dans la partie qu'on désigne sous le nom de *calcaire à Miliolites* ou *calcaire grossier moyen*; mais ces bancs ne constituent qu'une même formation marine avec les bancs coquilliers inférieurs auxquels ils présentent de nombreux passages. Le calcaire grossier supérieur, le *calcaire à Cérîtes* de Brongniart, constitue une formation d'eau saumâtre très distincte, et qui se trouve même coupée par de petits lits renfermant des Paludines, des Lymnées, des Planorbes et aussi des poissons d'eau douce; les poissons du calcaire grossier inférieur n'ont point été jusqu'ici retrouvés dans le calcaire grossier supérieur.

Les échantillons présentés par M. Hébert ont été donnés à la collection de l'École Normale par MM. Eggana et Videgrain.

3^o De fragments de mâchoires inférieures et supérieures, d'humérus, de tibia, etc., d'un *Lophiodon* gigantesque que M. Hébert a rapporté de Sézanne où ils avaient été trouvés dans un calcaire d'eau douce bréchiforme, faisant partie du dépôt que l'on connaît sous le nom de *calcaire de Brie*, et dont les meulières de La Ferté-sous-Jouarre sont une dépendance. Ce *Lophiodon* paraît être l'espèce déjà signalée à Provins par M. Nodot, dans un gisement analogue (1). Il a été à tort réuni au *Lophiodon commune* de Nanterre, par M. de Blainville. Il paraît se rapprocher beaucoup d'une autre grande espèce du midi de la France, le *Lophiodon lautricense*.

La présence de vrais *Lophiodons* dans le calcaire de Brie, c'est-à-dire au-dessus des gypses à *Palæotherium* est un fait fort intéressant, et qui tendrait à prouver que non-seulement ce genre n'avait point disparu lors de l'apparition des *Palæotherium*, mais qu'il leur a survécu. Toutefois M. Hébert ne

(1) *Ann. des sc. natur.*, 1^{re} sér., t. XVIII, p. 430, pl. IX, fig. 1, 2, 3, 4.

garantit pas l'assimilation des calcaires à *Lophiodon* de Sézanne au calcaire de Brie.

M. Paul Gervais ajoute qu'il a eu lui-même l'occasion d'étudier deux exemplaires de poissons de petite espèce, que l'on trouve à Château-Thierry, dans la couche due aux eaux douces. Il y a reconnu des Percoides du genre *Smerdis*. Les principaux gisements des poissons de ce genre que l'on avait signalés en France sont ceux d'Aix, de plusieurs localités du département de Vaucluse, du Puy-en-Velay et de Montmartre.

Quant à la nouvelle pièce, appartenant à l'*Hemirhynchus Deshayes*, Ag., qui a été présentée par M. Hébert, M. Paul Gervais n'est pas certain qu'elle soit complète, et, dans son opinion, elle ne suffit pas encore pour démontrer qu'il s'est trompé en disant, dans sa *Paléontologie française*, que l'Hémirhynque est plus voisin des *Paleorhynchus* qu'on ne l'avait cru, et qu'il avait les deux mâchoires égales ou à peu près égales entre elles.

M. Paul Gervais fait une autre observation au sujet de l'intéressante communication de M. Hébert, qui est relative aux *Lophiodons*. Sans discuter si l'on trouvera ou si l'on ne trouvera pas les restes des animaux de ce genre dans des dépôts moins anciens que l'éocène proprement dit, il constate que jusqu'à ce jour il n'en a été trouvé nulle part, du moins d'une manière authentique, qui soient dans ce cas; c'est ce qu'il a cherché à prouver dans son ouvrage. Il fait remarquer en outre que, de l'aveu même de M. Hébert, les belles pièces que s'est nouvellement procurées ce géologue, et dont il vient d'entretenir la Société, ne sont peut-être pas d'une époque postérieure à celle des *Lophiodons* déjà connus. D'ailleurs M. Paul Gervais se borne à reconnaître que ces pièces proviennent bien d'un *Lophiodon*, et l'étude qu'il en a faite, sur la demande de M. Hébert, lui a permis de s'assurer que l'espèce dont elles proviennent était intermédiaire, par ses dimensions, au grand *Lophiodon lautricense* de M. Noulet, et au *Lophiodon issetense* de G. Cuvier.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante de M. Agassiz sur le développement des êtres :

Extrait d'une lettre de M. L. Agassiz à M. Élie de Beaumont.

Cambridge (États-Unis), le 16 février 1855.

Après une longue maladie contractée dans les rivières du Sud où j'étais allé faire des études embryologiques dont j'ai failli être victime, je reprends peu à peu mon énergie et mon activité. J'ai passé deux ans dans un état bien misérable, pouvant à peine suffire à mes devoirs les plus pressants. Sans ces fâcheuses circonstances, je n'aurais pas attendu jusqu'à ce jour pour vous remercier de l'envoi de votre incomparable ouvrage sur les systèmes de montagnes, que j'avais emporté avec moi dans la Caroline pour le lire et l'étudier à loisir dans les moments trop nombreux d'inaction auxquels les travaux embryologiques nous condamnent continuellement. Je ne puis m'empêcher de vous exprimer mon admiration pour les recherches approfondies auxquelles vous avez dû vous livrer pour arriver à des résultats aussi généraux et aussi étendus, quoique je me sente bien incapable d'en apprécier toute la valeur. Leur portée ne m'a cependant pas échappé, et je suis heureux de pouvoir vous dire que mes études comparatives sur les faunes anciennes m'ont convaincu par des voies bien différentes que le nombre des révolutions qu'a subies notre globe sont, comme vous l'avez si bien démontré, beaucoup plus nombreuses que nous ne l'avons cru jusqu'à ce jour, et que le nombre et la diversité des êtres organisés qui ont vécu à la surface du globe ont été de tout temps beaucoup plus grands qu'on ne l'admet encore aujourd'hui. Sur ce dernier point, j'ai publié dans le numéro de mai dernier du journal de Silliman un petit article sur lequel je prends la liberté d'appeler votre attention. Je profiterai de la première occasion pour vous en adresser un exemplaire.

Je voudrais pouvoir vous donner, dans le court espace d'une lettre, une idée des résultats auxquels je suis arrivé par la comparaison des transformations embryologiques des principaux types de toutes les classes du règne animal avec les représentants des mêmes familles dans les époques antérieures. C'est un fait que je puis maintenant proclamer dans la plus grande généralité, que les embryons et les jeunes de tous les animaux vivants, à quelque classe qu'ils appartiennent, sont la vivante image en miniature des représentants fossiles des mêmes familles, ou, en d'autres termes, que les fossiles des époques antérieures sont les prototypes des différents modes de développement des êtres vivants dans leurs phases embryologiques. Il y a même plus, les séries que l'on

obtient par cette double méthode nous donnent la mesure la plus directe du degré d'affinité des types vivants entre eux, et conduisent ainsi à la classification la plus naturelle du règne animal. Je prépare dans ce moment un ouvrage assez étendu sur ce sujet qui, j'ose le croire, présentera la zoologie et la paléontologie dans un jour tout nouveau, que mes recherches sur les poissons fossiles et les échinodermes ne m'avaient fait qu'entrevoir pour ces deux classes en particulier. Je ne vous rappellerai pas à ce sujet les faits déjà si bien connus des rapports des Crinoïdes fossiles et des Trilobites avec les échinodermes et les crustacés des époques plus récentes ni les résultats plus généraux de mes recherches sur les poissons fossiles. J'ai poursuivi ces données jusque dans la comparaison des genres et des espèces. Par exemple, les différences qui séparent le genre mastodon du genre éléphant sont à celui-ci comme les caractères du jeune éléphant sont à l'adulte. Les espèces fossiles de rhinocéros diffèrent des espèces vivantes par des traits identiques avec ceux qui distinguent les jeunes des adultes chez les espèces vivantes, etc., etc. Il y a là tout un monde nouveau d'études. Il est assez singulier que j'arrive à des données aussi précises justement au moment où je vois assaillir de toutes parts, et surtout en Angleterre, les applications beaucoup plus limitées que j'avais faites antérieurement de l'embryologie à la zoologie et à la paléontologie. Rien ne pourrait cependant démontrer plus directement que les principes que je soutiens sont vrais, que leur application si immédiate même à la paléontologie descriptive.

Séance du 2 avril 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. DE SAINT-PRIEST (le comte Charles), rue du Mont-Thabor, 6, à Paris, présenté par MM. J. Barrande et le marquis de Roys.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le professeur Geinitz :

1^o *Darstellung*, etc. (Description de la Flore des bassins houillers de Hainich-Ebersdorf et de Flöha), in-4, 80 pages, avec un atlas de 14 pl. in-f^o, Leipzig, 1854, chez S. Hirzel.

2^o *Die Versteinerungen*, etc. (Pétrifications de la formation houillère en Saxe), in-4, 61 p., avec un atlas de 36 planches, Leipzig, 1855, chez W. Engelmann.

De la part de M. Jules Marcou, *Sur le gisement de l'or en Californie* (tiré de la *Bibliothèque universelle de Genève*, février 1855), in-8, 12 p.

De la part de M. Rozet, *De la pluie en Europe*, in-12, 153 p., Paris, 1855, chez Mallet-Bachelier.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 12 et 13.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. IX, nos 49 et 50, janvier et février 1855.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. 1^{er}, 1853, 2^e part., *Tableaux météorologiques*, f. 34-37.

L'Institut, 1855, nos 1107 et 1108.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n^o 78, février 1855.

Annuaire de l'Institut des provinces et des Congrès scientifiques, 1855, 1 vol. in-18, 592 p., Paris, chez Derache et Dentu; Caen, chez A. Hardel.

The Athenæum, 1855, nos 1430 et 1431.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, 1854, vol. CXLIV, part. 1 et 2.

Proceedings of the royal Society, vol. VI, nos 100 et 101; vol. VII, nos 7 et 8.

The royal Society, 30 novembre 1854.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXI, part. 1, for the session 1853-1854.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1853-1854.

Neues Jahrbuch (Nouvel annuaire pour la minéralogie, la

géognosie, etc.), par MM. de Leonhard et Bronn, 1855, 1^{er} cahier.

Zeitschrift, etc. (Bulletin de la Société géologique allemande), VI^e vol., 3^e cahier, mai, juin et juillet 1854.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des sciences naturelles de la Prusse Rhénane et de la Westphalie), XI^e année, 4^e cahier.

Revista minera, 1855, n^o 116.

The Canadian journal; Toronto, Upper Canada, avril à novembre 1854.

M. le marquis de Roys, trésorier, présente l'état de la caisse au 31 mars dernier :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1854.	3,504 fr. 70 c.	
La recette depuis le 1 ^{er} janvier 1855 jusqu'au 31 mars s'élève à.	7,433	»
Total.	40,937	70
La dépense, depuis le 1 ^{er} janvier 1855 jus- qu'au 31 mars s'élève à.	8,064	35
Il restait en caisse au 31 mars 1855.	2,873 fr. 35 c.	

Le Secrétaire lit une lettre de M. Michelin adressée à M. le Président de la Société géologique. Dans cette lettre, M. Michelin fait la demande que des membres du Bureau soient désignés pour assister à la session extraordinaire de cette année. Cette demande est renvoyée au Conseil.

M. Barrande présente le compte-rendu suivant des études entreprises par M. Kjerulf sur le bassin silurien de Christiania.

M. Christian Bœck, professeur à l'Université de Christiania, a eu l'aimable attention de m'envoyer récemment un Mémoire très intéressant sur le bassin silurien qui occupe les environs de la capitale de la Norvège. Ce travail est dû à un jeune savant, M. Théodore Kjerulf, chargé par le collège académique de Christiania de faire des recherches chimico-géologiques dans ce terrain, comme une sorte de complément aux recherches géognostiques du professeur Keilhau. M. Kjerulf s'est acquitté de cette tâche diffi-

cile avec beaucoup de talent et de zèle, et je suis persuadé que la Société géologique, après m'avoir permis de lui exposer les principaux résultats obtenus par ce savant, s'associera volontiers aux sentiments de haute considération scientifique que la lecture de son Mémoire m'a inspirés envers lui.

M. Th. Kjerulf, d'après la nature de la mission qui lui avait été confiée, s'est principalement appliqué aux études des roches, sous le point de vue de leur composition chimique, mais il a su observer en même temps sur le terrain des faits très importants pour la stratigraphie et la paléontologie.

Nous trouvons d'abord, dans le Mémoire qui nous occupe, l'analyse d'environ cinquante espèces ou variétés de roches, soit d'origine ignée, soit d'origine sédimentaire. Ne cultivant pas moi-même cette branche spéciale de la science, je laisserai le soin d'apprécier plus en détail la méthode et les fruits de ces recherches à ceux de nos savants collègues qui en font de semblables, et particulièrement à MM. Delesse, Daubrée et Ch. Sainte-Claire Deville, dont les travaux sont plusieurs fois cités par M. Kjerulf, pour montrer la remarquable harmonie des résultats obtenus. Ce que chacun de nous peut aisément concevoir et doit considérer comme un des plus heureux fruits de l'intervention de la chimie, c'est que l'analyse, au lieu de compliquer les questions en signalant des différences de composition entre des roches d'apparence homogène aux yeux du géognoste, simplifie, au contraire, ou résout bien des difficultés, en nous montrant que des roches d'un aspect très différent et classées sous des noms distincts par les nomenclateurs, sont composées des mêmes éléments chimiques, et peuvent, par conséquent, être conçues comme dérivées d'une même source. Ce beau résultat est d'autant plus satisfaisant, qu'il n'est pas restreint à l'identification chimique des roches anciennes par groupes. Un tableau que M. Kjerulf donne (p. 57) nous fait voir l'identité de composition de certaines roches, plus ou moins anciennes, avec des roches relativement très modernes, savoir :

1. *Feldspath porphyr* de Jarlsberg. = Obsidienne de Piedras blancas, Ténériffe (Deville).
2. Syénite rouge de Vettakollen. . = Lavedu Monte-Nuovo (Abich).
3. *Augit porphyr* de Haga. . . . = Lave de Thjorså près de l'Hécla (Bunsen).
4. { Syénite grise de Ullernaas. . . } = Lave près Håls sur l'Hécla
 { *Felsit porphyr* de Makrelbäch. } (Genth).
5. *Quarz porphyr* de Ny-Holmen. = Lave du Hrafninnuhryggur près de l'Hécla (Bunsen).

Je me borne à ces brèves indications, qui me semblent suffisamment démontrer combien les travaux chimiques de M. Kjerulf méritent l'attention de nos savants analystes et de tous les géologues en général.

Sous le point de vue stratigraphique, la Société connaît déjà les travaux généraux du professeur Keilhau, exposés dans sa *Gea Norvegica* et embrassant tout le pays. Elle connaît encore mieux les observations de sir Roderick Murchison sur les environs de Christiania en 1844 ; car cet éminent géologue les a publiées en 1845, dans le grand ouvrage sur la Russie et l'Oural (vol. I^{er}, p. 11 et suiv.). Le texte de ce passage et le profil qui l'accompagne indiquent, d'une manière positive, dans ce bassin, l'existence des deux divisions siluriennes offrant une série complexe d'ondulations, mais distinctement reconnaissables par leurs faunes caractéristiques et leur limite commune dans les couches à *Pentamerus oblongus*, comme en Angleterre. Au-dessus de la division silurienne supérieure, sir Roderick Murchison signalait encore des dépôts de grès et conglomérats, comme représentant le vieux grès rouge des îles Britanniques, c'est-à-dire le système dévonien.

Les principaux traits du bassin de Christiania avaient donc été déchiffrés et mis en parallèle avec ceux des autres régions soit de la Suède, soit de la Russie, par le grand classificateur des terrains paléozoïques. Mais on conçoit que cette revue rapide, quoique sûre, d'un œil si exercé et si prompt, ne faisait que mieux sentir la nécessité d'études stratigraphiques détaillées dans ce bassin. C'est ce qu'a bien reconnu M. Kjerulf, et il s'est consciencieusement appliqué à ce travail.

Ce jeune savant, après de nombreuses observations consignées sur une carte très détaillée, dont son Mémoire contient une réduction, et sur de nombreux profils qui sont sous nos yeux, constate d'abord que les couches sédimentaires du bassin, au lieu d'offrir une inclinaison uniforme vers le N.-O., comme on l'avait d'abord supposé, sont au contraire inclinées tantôt dans cette direction, tantôt dans la direction opposée. Ce fait l'induit à concevoir que l'apparence si compliquée des couches originairement horizontales doit résulter des plissements qu'elles ont subis par l'effet de violentes pressions latérales, et puis des érosions produites par les divers agents de dénudation. Suivant les expressions de M. Kjerulf (page 48), il retrouve partout les mêmes plis régulièrement répétés et exposés dans des profils naturels si satisfaisants, qu'ils ne pourraient être plus clairement dessinés, si on les avait théoriquement conçus. Cette régularité a permis au géologue de recon-

naître et de formuler la série des dépôts sédimentaires qui composent le bassin étudié. En partant du gneiss et autres roches cristallines formant comme le moule de ce bassin paléozoïque, cette série offre les roches suivantes dans l'ordre ascendant :

- a. — Schiste noir (*Alaunschiefer*) riche en carbone et sulfure de fer.
- b. — Schistes gris, argileux et marneux, plus ou moins chargés de calcaire, dans toutes les proportions possibles, et passant quelquefois au calcaire pur.
- c. — Calcaire plus ou moins pur, coloré par le carbone ou le bitume.
- d. — Tuff rouge.
- e. — Grès quartzeux et conglomérat.

M. Kjerulf indique en passant les transformations que certaines de ces roches ont subies, d'une manière plus ou moins marquée, au contact du granite et de diverses autres masses d'origine plutonique, et il constate, par l'analyse, que ces changements ne sont pas dus à une pénétration de silice.

De ces études stratigraphiques résulte un fait important que M. Kjerulf avait en vue d'établir, savoir : que le bassin de Christiania présente, dans une position inclinée et très variée, au moins les trois groupes supérieurs des couches horizontales du mont Kinnekulle en Suède. Le seul groupe qui manque dans la contrée norvégienne, c'est le grès à fucoides qui est à la base du Kinnekulle, et qui repose immédiatement sur le gneiss.

Cette comparaison, si satisfaisante pour tous ceux d'entre nous qui portent un intérêt spécial à la stratigraphie, offre une nouvelle confirmation des vues que j'ai eu l'honneur d'exposer à la Société, relativement à l'indépendance et à la dissemblance des étages locaux, lorsque l'on compare des bassins distincts d'une même période géologique. Ici, où il s'agit d'unités géographiques très peu éloignées, on doit être encore plus frappé de l'absence totale, aux environs de Christiania, du premier des dépôts siluriens de la Suède.

Sous le point de vue paléontologique, M. Kjerulf reconnaît que les recherches de fossiles, dans son bassin, n'ont pas encore produit des collections assez riches pour donner lieu à un travail spécial. Cependant, les matériaux déjà connus sont assez abondants et assez bien caractérisés par leur nature, pour que M. Kjerulf n'hésite pas à indiquer, dans son bassin, l'existence de trois prin-

cipales faunes, qui se succèdent dans l'ordre suivant, à partir du bas :

1. — Dans les schistes noirs alunifères (*a*), la faune se compose presque uniquement de Trilobites de l'apparence la plus ancienne, tels que : *Olenus gibbosus*, *alatus*, *scabeoides*; *Agnostus* (*Batt.*) *pisiformis*. M. Kjerulf n'indique aucune autre classe de fossiles dans cet horizon.
2. — Dans les schistes noirs ou gris (*b*) et dans les calcaires, soit argileux, soit purs, apparaissent les *Asaphus*, *Illænus*, etc., représentant de nouvelles formes de Trilobites. En même temps on trouve certains Graptolites et divers céphalopodes, dont les plus connus sont les Orthocères à large siphon latéral (*O. duplex*, etc.). Parmi les brachiopodes, *Atrypa lens* et diverses *Orthis* font aussi partie de ce second groupe de fossiles.
3. — Dans les bancs calcaires (*c*) remplis de *Pentamerus oblongus* et *lævis*, s'annonce une faune nouvelle, dans laquelle figurent divers Trilobites caractéristiques, tels que *Encrinurus* (*Calym.*) *punctatus*, *elegans*, etc.; de nombreux brachiopodes, tels que *Leptaena depressa*, *rugosa*, *englypha*; des Polypiers très connus, tels que *Catenipora escharoides*, *labyrinthica*, *Calamopora*, etc.

Ces trois groupes de fossiles pourraient, suivant M. Kjerulf, donner lieu plus tard à des subdivisions; mais il les considère comme trois ensembles suffisamment déterminés.

Or, ces trois groupes représentent, de la manière la plus satisfaisante et la plus exacte, soit par la nature des êtres qui les composent, soit par leur ordre de superposition ou d'apparition, les trois faunes principales siluriennes, d'abord signalées en Bohême, sous les noms de *Faune primordiale*, *Faune seconde*, *Faune troisième*, et qui ont ensuite été reconnues dans diverses contrées paléozoïques des deux continents, ainsi que j'ai eu l'honneur de l'exposer à la Société.

Les recherches de M. Kjerulf n'ont pas encore réussi à découvrir une faune dans les dépôts *d-e* qui recouvrent la division silurienne supérieure. Cependant, il semble porté à considérer ces dépôts comme représentant le système dévonien, ainsi que Murchison l'avait d'abord indiqué.

La puissance de ces masses sans fossiles n'est pas moindre que celle des deux divisions siluriennes prises ensemble. M. Kjerulf estime de 900 à 950 pieds l'épaisseur de chacun des deux systèmes superposés.

Les intéressants résultats des études entreprises dans le bassin de

Christiania par M. Kjerulf viennent confirmer et considérablement étendre les notions que nous devons à MM. Keilhau, Bøeck, Sars, Forchhammer et Sir Roderick Murchison, sur la même contrée. Nous voyons, avec la plus vive satisfaction, que de semblables recherches, faites par des hommes d'un esprit droit et éclairé, contribuent à établir de plus en plus la concordance des grandes périodes, dans l'histoire de notre globe, ainsi que l'ordre uniforme de succession des êtres, dont les dépouilles ont été jusqu'ici les plus sûrs indices de la chronologie géologique. Encore un peu de temps, et nous osons espérer que l'on pourra se dire un *vrai géologue*, sans se croire obligé de protester, ainsi que l'a fait récemment un de nos maîtres les plus respectés, contre les solutions que la paléontologie peut présenter pour certaines questions de la plus haute portée philosophique.

M. Delanoüe présente la note suivante :

Moyen simple de constater la présence du fer, de la magnésie et du manganèse, dans les dolomies, les marnes et les calcaires, par M. J. Delanoüe.

J'ai été si souvent trompé par l'aspect pseudo-dolomitique de certains calcaires, j'ai été si souvent surpris de trouver de la magnésie et du manganèse là où rien n'en faisait soupçonner la présence, que je crois faire plaisir aux géologues, aux industriels et aux agronomes, en leur offrant un moyen expéditif et, pour ainsi dire, rustique, d'essayer, à ce point de vue, les chaux, les castines, les amendements et toutes les roches calcaires. Voici à quoi se réduit l'opération :

Pulvériser la roche, dissolvéz-en un gramme dans le moins possible d'eau régale, neutralisez l'excédant d'acide à chaud, en ajoutant un petit excès de la même roche en poudre; filtrez, lavez le filtre et ajoutez aux liqueurs réunies un excès d'eau de chaux limpide.

Le résidu insoluble dans l'acide vous fait juger la quantité et la nature de la portion arénacée de la roche. En neutralisant la liqueur acide avec la roche en poudre, vous précipitez le fer et l'alumine (s'il y en a), et l'emploi de l'eau régale, faisant obtenir le fer à l'état d'ocre, vous pouvez l'évaluer approximativement, surtout si vous n'ajoutez pas un trop grand excès de la roche. S'il n'y a dans la substance essayée ni magnésie, ni manganèse, l'eau

de chaux ne troublera pas la liqueur. S'il n'y a que de la magnésie, elle se précipitera en blanc pur et *complètement*. Avec un peu d'habitude on finira par juger à l'œil si la dose de magnésie peut constituer ou non une véritable dolomie. S'il y a du manganèse, le précipité sera blanc, mais il brunira promptement au contact de l'air (1).

Vous trouverez partout de l'acide, du papier brouillard, une fiole et de la chaux, ou du mortier frais, qu'il vous suffira de délayer dans un seau d'eau, pour n'employer que la liqueur limpide surnageante.

Si, cependant, vous manquiez de chaux, et même de pierre à chaux pour en faire, vous auriez toujours la ressource de calciner au rouge blanc quelques fragments minces de la roche même à essayer. Tous les réactifs sont alors réduits à un seul, à *quelques grammes d'acide*. Un géologue doit être chimiste, mais, si étranger qu'il soit à toute manipulation, il pourra toujours exécuter celle-ci qui est à la portée de tout le monde.

J'insiste sur ce point, parce que c'est faute de procédés pratiques que nous ignorons encore la composition et, par conséquent, les propriétés des roches les plus usuelles.

Ainsi, il importe beaucoup aux maîtres de forges de savoir trouver une castine contenant de la magnésie pour rendre leurs laitiers plus fusibles, et du manganèse pour communiquer à leurs fers plusieurs qualités précieuses.

Certains étages du lias offrent cette double qualité, et les forges du Périgord utilisent ces castines magnésiennes et manganésifères.

L'étude des modifications des roches par la chaleur ne cessera d'être un champ d'hypothèses, que lorsque les géologues pourront, comme je l'espère, reconnaître promptement, et au besoin, sur place, quelles sont les roches qui n'ont subi qu'une transformation de leurs caractères extérieurs, c'est-à-dire un simple *métamorphisme*, dans l'acception littérale du mot, et quelles sont celles qui ont éprouvé une véritable transmutation chimique.

Cette transmutation (soit dit en passant) devrait alors s'appeler le *métamérisme des roches*, de même que l'on dit l'*isomorphisme* et l'*isomérisme* des minéraux.

(1) Lorsqu'on voudra doser ce manganèse, il suffira de le précipiter par une addition préalable de sulphydrate ammonique; il ne s'agit plus alors d'un essai qualitatif, mais d'une analyse de laboratoire dont je n'ai pas ici à m'occuper.

M. Laugel fait la communication suivante :

Du clivage des roches, par M. Aug. Laugel.

On observe fréquemment dans les roches sédimentaires, surtout dans celles qui appartiennent aux terrains de transition, indépendamment des plans de la stratification ordinaire, des surfaces de division ou de séparation qui se prolongent parfois sur des étendues très considérables en conservant les mêmes caractères de direction et d'inclinaison. Cette inclinaison est complètement indépendante, d'ailleurs, des contournements du terrain, si compliqués qu'ils puissent être. Ces plans de division, que l'on pourrait nommer plans de clivage, forment un des traits caractéristiques du terrain ardoisier, où ils ne sont autres que les plans de séparation des feuillets d'ardoise. M. Élie de Beaumont, dans l'explication de la carte géologique de la France, distingue très nettement les plans de schistosité des plans mêmes de la stratification, dans le chapitre relatif aux Ardennes. M. Sedgwick a, dès longtemps aussi, indiqué la complète indépendance entre l'inclinaison du plan des couches et celle des plans du clivage. Après eux, un grand nombre de géologues ont fait des observations sur le même sujet, et M. Sharpe, entre autres, a, dans ces dernières années, rassemblé sur cette question des observations numériques très nombreuses et très intéressantes.

J'ai cherché à rendre compte de la formation et de la disposition des surfaces de clivage par l'action des forces élastiques qui se développent dans l'intérieur de l'enveloppe terrestre, par suite de son propre poids et des pressions auxquelles elle est soumise sur sa paroi extérieure et intérieure. Bien que la notion de l'élasticité soit des plus communes, il importe de donner une définition rigoureuse de ce qu'il faut entendre par une force élastique. Si l'on considère un plan idéal qui sépare en deux parties un corps solide quelconque, et un point dans ce plan, l'action que l'une des moitiés y exerce sur l'autre, est la force élastique qui lui est relative. Cette force n'est pas toujours perpendiculaire au plan sur lequel elle agit. Elle lui est, en général, oblique et peut faire avec lui des angles qui varient de 0 degré à 90 degrés. Quand elle tend à comprimer le plan, elle se nomme une pression, quand elle agit en sens inverse, c'est une traction ; enfin, quand elle s'exerce dans le plan lui-même, c'est une force de glissement.

Comme par un point l'on peut mener une infinité de plans, il y a une infinité de forces élastiques qui leur correspondent : je con-

sidérerai plus spécialement les forces élastiques qui agissent perpendiculairement aux éléments plans et celles qui s'exercent dans le sens même de ces éléments, et qui peuvent ainsi produire des glissements. La théorie indique que dans tout point d'un corps solide il n'y a, en général, que trois forces élastiques, perpendiculaires deux à deux, qui agissent perpendiculairement aux éléments plans. On les nomme forces élastiques principales. Ces trois forces peuvent être représentées en grandeur et en direction par les trois axes d'un ellipsoïde, qu'on nomme ellipsoïde d'élasticité. Quelquefois il arrive qu'au lieu d'avoir ses trois axes inégaux il devient un ellipsoïde de révolution. C'est ce que l'on trouve quand on applique la théorie, dans toute sa généralité, à l'enveloppe terrestre. Les uniques données de ce calcul sont le poids même de cette enveloppe et les pressions auxquelles elle est soumise intérieurement et extérieurement, indépendamment d'ailleurs de toute hypothèse sur la nature du noyau interne du globe. On démontre qu'à un point quelconque de l'écorce terrestre l'ellipsoïde d'élasticité est un ellipsoïde de révolution : l'une des forces élastiques principales est toujours une pression et s'exerce dans le sens même du rayon ; toutes les forces qui agissent dans le plan de l'horizon sont égales entre elles et sont aussi des forces élastiques principales : elles représentent des tractions dans la partie supérieure de l'écorce terrestre, changent de sens à une certaine profondeur, et deviennent des pressions dans la portion inférieure de l'enveloppe solide.

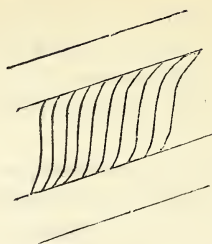
Je ne m'occuperai d'abord que de la partie supérieure de cette enveloppe, où les forces élastiques horizontales sont des tractions : on démontre alors qu'il y existe, en chaque point, des forces élastiques de glissement, mais aucun glissement réel ne peut se produire, aussi longtemps que les forces élastiques horizontales sont rigoureusement égales, parce qu'il en résulte une complète indétermination pour la direction du plan de glissement. Cette indétermination cesse, aussitôt qu'il se manifeste la plus légère inégalité dans la valeur des forces élastiques horizontales, et alors on peut concevoir que des surfaces de moindre résistance au glissement, ou de clivage, puissent se produire. Or, la parfaite égalité des forces élastiques horizontales ne peut pas se maintenir avant un phénomène de soulèvement ; car, pour ne considérer qu'un seul chaînon de montagnes, comme il est toujours plus étendu dans un sens que dans l'autre, on voit aisément que les tractions dans le sens perpendiculaire au chaînon étaient plus fortes que celles qui s'exerçaient dans sa direction même.

L'ellipsoïde d'élasticité devient donc un ellipsoïde à trois axes inégaux, quand les tractions horizontales sont elles-mêmes inégales, et l'on démontre qu'il existe alors, en chaque point, un plan de moindre résistance au glissement, dont la direction et l'inclinaison sont déterminées par la valeur même des forces élastiques principales.

Les variations lentes des forces élastiques, quand elles ne sortent pas d'une certaine limite, se trahissent sans doute par des mouvements et des bossellements insensibles; c'est à leur faveur que les clivages peuvent, pour ainsi dire, se dessiner et marquer en traits visibles le jeu des actions moléculaires. Mais l'élasticité de l'enveloppe terrestre ne peut pas se prêter indéfiniment à leurs variations et à une répartition de plus en plus inégale des forces élastiques horizontales, qui finissent par provoquer une rupture d'équilibre. Un mouvement général des couches se produit, mais il est actuellement accompagné de mouvements élémentaires de plissements, qui s'effectuent sur les plans de moindre résistance ou plans des clivages, et qui contribuent ainsi à les dessiner plus fortement qu'ils ne l'étaient avant ce phénomène de soulèvement. Il faut bien se rendre compte de la simultanéité de ces deux effets, et concevoir que les mouvements relatifs des plans de clivage, très faibles quand on ne considère que deux plans voisins, peuvent en réalité produire à la surface du terrain des plissements et des ondulations très marquées. Mais, comme ces mouvements élémentaires se font dans le plan même des clivages, leur parallélisme n'en est point affecté, et, en les considérant dans leur ensemble, on voit que leur inclinaison est indépendante des contournements qu'on observe dans les plans de la stratification proprement dite.

Certaines observations de M. Sharpe et de M. Baur, qui a publié, dans le *Journal de Karsten*, un Mémoire sur les schistes argileux du Rhin, font admirablement ressortir la dépendance qui existe entre les mouvements de glissement élémentaires et les mouvements généraux des couches, et font bien comprendre en même temps que le phénomène de soulèvement n'a marqué que le dernier trait du clivage et lui a seulement imprimé sa forme définitive. Je citerai seulement quelques-unes de ces observations.

Une couche de schiste argileux est comprise entre deux couches de schiste plus dur. Les clivages traversent la couche intermédiaire; mais on les voit s'infléchir en forme d'S, à l'approche des deux



couches supérieure et inférieure. Ici le mouvement général des couches a été accompagné d'un mouvement de glissement sur les plans de stratification (ce qui arrive assez fréquemment); mais il est bien évident que les clivages existaient déjà avant ces mouvements, et qu'ils ont été simplement déformés.

Ailleurs on voit dans une coupe naturelle, par suite de mouvements de glissement qui se sont produits de proche en proche sur les surfaces de clivage, une ligne de stratification affecter la forme d'un véritable escalier. Ailleurs, enfin, des filons minces de quartz ont été rejetés et comme découpés par suite de ces glissements des plans de clivage.

J'ai déjà indiqué plus haut que la direction et l'inclinaison des surfaces de clivage sont en rapport avec la valeur des forces élastiques principales, et, par conséquent, avec la direction même des chaînons de montagnes.

J'ai démontré ainsi successivement par l'analyse que :

1° La direction des plans de clivage est parallèle à la direction de l'axe de rupture ou de soulèvement.

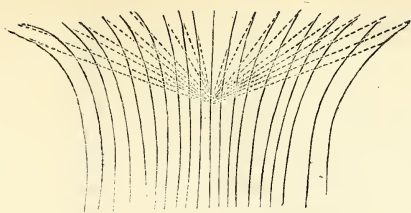
2° L'inclinaison est constante à des distances égales de cet axe.

3° Les plans de clivages sont verticaux tout le long de cette ligne.

4° Ces plans sont d'autant plus rapprochés de la verticale qu'on est plus près de cette ligne centrale, et ils s'abaissent insensiblement sur l'horizon à mesure qu'on s'en écarte.

Dans une coupe générale prise perpendiculairement à l'axe de soulèvement, les clivages dessineraient une immense gerbe régulièrement déployée.

Mais si l'on ne considère que les inclinaisons à la surface même du terrain, les lignes qui les marquent vont toutes, lorsqu'on les prolonge suffisamment, couper la ligne centrale verticale en un même point, et présentent ainsi une disposition radiaire ou en éventail. Cette propriété peut s'exprimer ainsi :



5° Les tangentes des inclinaisons à la surface sont en raison inverse des distances à l'axe de soulèvement.

6° Considérés dans leur ensemble, les clivages s'écartent d'autant plus lentement de la ligne verticale centrale, quand on s'en éloigne perpendiculairement à l'axe de soulèvement, que la formation est d'origine plus ancienne. Ainsi, pour une même étendue de terrain, c'est dans les premiers terrains de transition qu'on observera le moins de variations dans l'inclinaison des clivages.

Après avoir établi les lois précédentes, j'ai montré leur accord avec toutes les observations numériques que j'ai pu recueillir. Celles de M. Sharpe m'ont été les plus précieuses. Ce géologue a reconnu la disposition radiaire dans presque tous les districts de transition de l'Angleterre, dans le Carnarvonshire, le Merionethshire, le Radnorshire, le Devonshire, le Cornouailles, le Cumberland et le Westmoreland. Voici de quelle manière j'ai comparé les résultats de la théorie à ceux de l'observation.

Supposez qu'on ait fait plusieurs observations d'inclinaison et de direction du clivage en divers points. Il faut mesurer les distances relatives de ces points perpendiculairement à la direction moyenne des clivages. Dans la coupe faite perpendiculairement à cette ligne, toutes les lignes tracées sous les inclinaisons observées par des points placés à ces distances doivent toutes venir passer par un même point. Je détermine ce point de rencontre au moyen de deux quelconques des lignes d'inclinaison, et je le joins à tous les autres points d'observation : la différence entre les inclinaisons des lignes ainsi tracées et les inclinaisons observées donne évidemment la mesure de l'accord de la théorie avec les faits.

Voici l'un de ces tableaux comparatifs :

Localités.	Angles observés.	Angles calculés.	Différence.
Watendlath . .	90°	90°	0°
.	85	85	0
.	70	70	0
Borrowdelefelds..	70	65	+5
Keswick.	60	64	—4
Lattrigg.	60	55	+5
.	50	50	0
Skiddan.	45	48	—3
.	45	45	0

(Les distances ont été mesurées, toutes les fois que je l'ai pu, sur la grande carte de l'*Ordnance*.)

Les observations que j'ai pu rassembler dans le grand Mémoire de M. Dumont sur le terrain ardennais et le terrain rhénan, et dans celui de M. Baur sur les schistes argileux du Rhin, m'ont aussi permis de faire quelques comparaisons semblables. Les différences entre les angles de l'observation et les angles théoriques n'ont jamais dépassé 5 degrés et peuvent, par conséquent, être attribuées à des erreurs d'observation ou à des irrégularités locales insignifiantes.

Je n'ai examiné, dans tout ce qui précède, que le cas où les forces horizontales sont des tractions; c'est ce qui a lieu dans les roches sédimentaires qui forment les portions supérieures de l'enveloppe terrestre : le cas où les forces élastiques principales sont toutes des pressions présente des difficultés nouvelles; il s'applique aux portions inférieures de l'écorce terrestre et aussi aux matières éruptives en état de refroidissement. L'examen de cette deuxième partie, quoique reposant sur des principes théoriques communs, comprend ainsi deux sujets bien différents : d'une part l'étude des mouvements et des ruptures qui peuvent se produire dans les portions inférieures de l'enveloppe solide du globe, et en second lieu celle des phénomènes de structure que présentent certaines roches éruptives, et qui sont dus à l'action des forces élastiques qui s'exerçaient dans leur masse pendant leur refroidissement. Elles feront le sujet d'une seconde communication.

Au sujet de la présentation qui a été faite de la 5^e édition du *Manuel de géologie* de M. Lyell, M. Paul Gervais appelle l'attention de la Société sur les détails nouveaux donnés par l'auteur sur les deux petites dents qui ont été trouvées dans le terrain triasique du Wurtemberg et que M. Plieninger, ainsi

que divers autres naturalistes ont décrites sous le nom de *microlestes*, comme étant celles d'un mammifère. M. Gervais a étudié avec soin le dessin d'une de ces dents que M. Lyell a fait exécuter avec beaucoup de soin, et sur lequel il a bien voulu lui demander son avis. M. Gervais ne croit pas que l'on puisse attribuer cette pièce à un animal étranger à la classe des mammifères, mais il faut en même temps remarquer qu'elle a des caractères qui ne permettent pas d'en rapporter l'espèce aux genres que l'on connaît parmi les fossiles, soit parmi les animaux actuels, ni même aux familles qu'on a établies pour ces derniers.

M. Gervais donne, en outre, quelques détails sur les mammifères fossiles qui ont été observés dans les terrains secondaires, soit dans l'oolithe de Stonesfield, soit dans les couches de Purbeck.

M. Constant Prévost fait observer que dans l'étude des couches on doit tenir compte des phénomènes qui ont dû résulter du refroidissement des roches. Il pense que lors de ce refroidissement il y a eu convergence des molécules vers divers points qui ont servi de centre d'attraction. Or, la force d'attraction a dû varier, car les distances diminuent dans les masses proportionnellement à l'éloignement des points centraux. De là il est résulté que les molécules se sont groupées de manière à constituer des sphères de moins en moins denses. On ne peut reconnaître ce mode de groupement dans les roches intactes, mais on l'observe facilement dans les roches décomposées.

M. Ch. Sainte-Claire Deville demande à M. Constant Prévost si le phénomène qu'il vient de citer a été soumis à ses expériences ou s'il est seulement hypothétique.

M. Constant Prévost répond qu'il n'a pas encore expérimenté, d'une manière rigoureuse, le fait qu'il vient d'énoncer ; mais il ne doute pas que des recherches, dans le but de reconnaître une décroissance de densité du centre à la surface dans plusieurs espèces de roches qui se décomposent sphéroïdalement, ne viennent à démontrer cette décroissance.

M. Bourjot rappelle qu'il a vu les célèbres pyromérides de Corse ; ces pyromérides étant très superficielles, on doit penser

qu'elles sont un accident que l'on pourrait attribuer à des phénomènes de refroidissement.

M. Constant Prévost annonce la découverte qui vient d'être faite à Meudon d'ossements d'Oiseau fossile à la base du terrain de l'argile plastique. Il présente les croquis des ossements qui ont été trouvés.

M. Paul Gervais met sous les yeux de la Société :

1^o Le maxillaire inférieur d'un cétacé, du genre Rorqual, dont la taille était de beaucoup inférieure à celle des espèces actuelles. Cette pièce provient des sables marins pliocènes de Montpellier.

2^o Les empreintes d'un Poisson fossile des grès verts du département de la Drôme, au sujet duquel M. Paul Gervais de Rouville a envoyé une note dans une des précédentes séances. M. Gervais fait remarquer que ce Poisson est un malacoptérygien abdominal, et il le regarde comme ayant des rapports avec les Salmones et avec les Clupes. Il en publiera la description dans les *Annales des sciences naturelles*.

Le secrétaire présente le Mémoire suivant de M. L. Pareto :

Note sur le terrain nummulitique du pied des Apennins,
par M. le marquis Laurent Pareto.

Dès l'année 1834, dans une note envoyée à la Société géologique, sur le département des Basses-Alpes, j'avais tâché d'établir la superposition des *macignos* et calcaires à *Fucoïdes* (analogues du *flysch* des géologues suisses) aux couches nummulitiques que l'on voit sur une si grande étendue du comté de Nice et du département des Basses-Alpes, et j'avais tâché d'indiquer la liaison qu'il y a entre les couches nummulitiques, le macigno et le calcaire à *Fucoïdes* de ces contrées; d'où il résultait qu'il fallait regarder ces trois assises comme constituant un ensemble de couches qu'il était impossible de partager en plusieurs formations.

Plus tard, en 1846, dans la description de la Ligurie maritime, j'avais fait sentir qu'en Italie, et surtout sur le versant septentrional de l'Apennin ligurien, il y avait au pied de la chaîne et sur une zone assez étendue, un autre dépôt particulier, dans lequel on retrouvait de nouveau des Nummulites, et j'indiquais comment ce dépôt ne pouvait être confondu avec la grande zone nummu-

Fig. 1. Coupe depuis la méditerranée près de Celle au Pô près de Ponte Stura non loin de Casale.

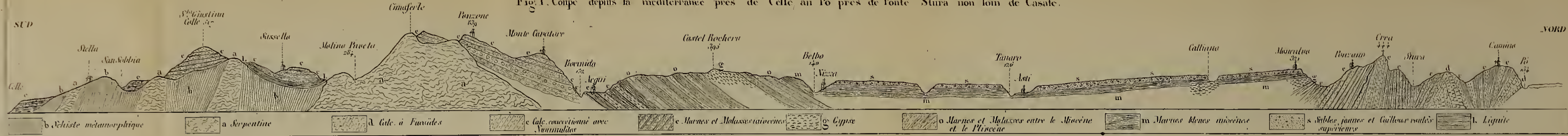


Fig. 4. Coupe depuis les gorges de Pietra Bissara à Cassano prise sur la droite de la Scrivia.

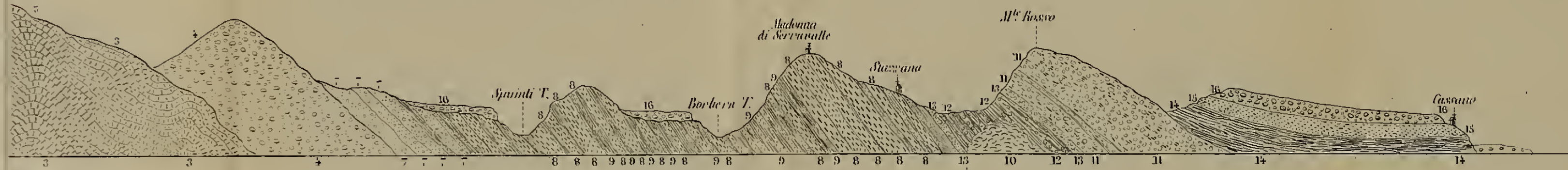


Fig. 3. Coupe depuis Voltaggio jusqu'à Novi.

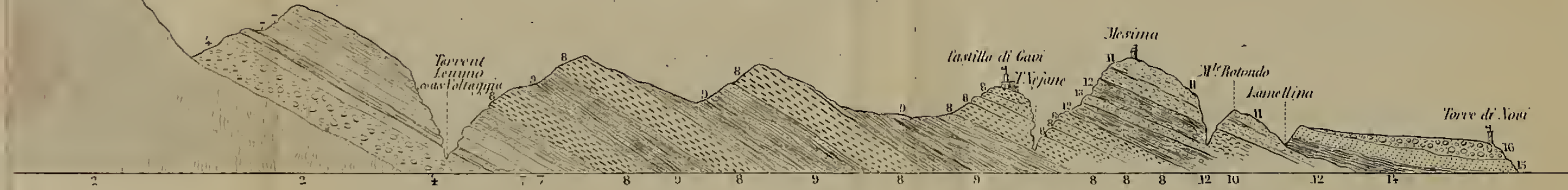
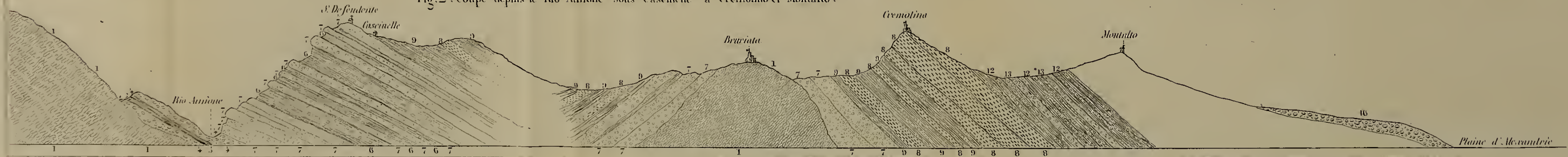


Fig. 2. Coupe depuis le Rio Anione sous Caseinelle à Cremolino et Montalto.



Signes conventionnels des Figures 2, 3 et 4.

- | | |
|--|---|
| 1 Grès et Schiste indurés métamorphiques | 9 Marnes sableuses miocènes |
| 2 Schiste argileux du Miocène | 10 Gypse |
| 3 Cal. à Fucoides | 11 Agrégats du terrain mélange mioc. et plioc. |
| 4 Rudique | 12 Marnes mioc. et plioc. mélangées |
| 5 Lignite | 13 Sables endurcis du terrain mélange mioc. et plioc. |
| 6 Marnes adhésives avec les agrégats à Nummulites | 14 Marnes blanches pliocènes |
| 7 Agrégats et Sables serpentins avec Nummulites etc. | 15 Sables jaunes pliocènes |
| 8 Molasses miocènes | 16 Calcaire valais supérieur avec Sables jaunes |



litique alpine, puisqu'il reposait lui-même, en général, en gissement contrastant, sur des couches de macigno et de calcaire à Puccoides qui constituent les assises les plus récentes de cette zone nummulitique des Alpes.

En même temps que je signalais aux savants réunis au Congrès de Gênes l'existence de ces deux zones distinctes de terrain nummulitique dans les Apennins liguriens, je me prononçais pour l'opinion que j'avais déjà émise plusieurs années auparavant, en contradiction à MM. de Collegno et Sismonda, à l'égard du calcaire nummulitique de Gassino près Turin : c'est-à-dire que je regardais la dernière ou la plus récente de ces deux zones nummulitiques comme appartenant au terrain tertiaire, tandis que pour celle des hautes montagnes du comté de Nice et des Basses-Alpes, je ne renonçais pas encore à l'opinion qui dominait alors, que ces couches dussent appartenir au dernier étage de la formation crétacée, si même elles n'appartenaient déjà, comme le pensait M. Leymerie, à un *quid medium* entre le terrain éocène et la craie.

Depuis cette époque la détermination exacte, par de savants paléontologues, d'un grand nombre de fossiles des couches nummulitiques du comté de Nice, fossiles qu'on a reconnu appartenir pour la plus grande partie à l'époque éocène, a dû me faire renoncer, malgré plusieurs faits qui pourraient laisser encore quelque doute, à l'opinion qui regarde comme crétacées les masses puissantes de calcaire, de schiste et de macigno à Nummulites, lesquelles, à partir du cap de la Mortola et passant par derrière Vintimille, vont rejoindre la sommité des montagnes qui sont aux sources de la Nervia, de la Taggia, du Tanaro, pour se replier vers le col de Tende, d'où, par la vallée de la Stura, elles vont se réunir aux couches également nummulitiques qui composent le pic du Lauzanier, les montagnes des environs de Barcelonnette, celles d'une grande partie de la vallée du Verdon, ainsi qu'une partie des Hautes-Alpes. En renonçant pourtant à l'idée que les couches nummulitiques de ces hautes montagnes pussent encore appartenir à la craie, j'ai dû naturellement adopter celle qui les regarde comme tertiaires, et particulièrement comme appartenant à l'époque éocène. Mais en adoptant cette opinion, sur laquelle il n'est guère plus possible d'avoir des doutes bien fondés après tout ce qu'en ont dit les plus savants paléontologues, est-on en droit de réunir à ce grand dépôt de la zone alpine le dépôt nummulitique plus modeste qui se trouve au pied de l'Apennin, ou bien doit-on le regarder comme séparé non-seulement physiquement,

mais aussi quant à l'époque géologique dans laquelle il a été déposé? C'est pour donner quelques éclaircissements qui puissent conduire à résoudre cette question que je sou mets cette petite note à la Société géologique.

La zone nummulitique essentiellement composée, dans le bas, de couches calcaires ordinairement très noires, assez souvent un peu schisteuses et parfois même sub-cristallines, où sont les Nummulites, au milieu de grès macigno de différente structure, et sur le haut de calcaires plus ou moins schisteux, gris ou noirâtres, avec de nombreuses empreintes de certaines espèces particulières de Fucoides, comme le *F. Targionii*, *F. intricatus*, *F. furcatus*, etc., se montre en général avec son *facies* particulier et dans tout son développement, c'est-à-dire avec les trois assises que nous venons d'indiquer, sur une très grande étendue de pays, depuis le comté de Nice et les Basses-Alpes jusque dans la Savoie et la Suisse. Malgré cela, il arrive cependant qu'en plusieurs endroits de ces contrées on n'en puisse voir à découvert que la partie moyenne et supérieure, et alors ce ne sont que les *macignos* et les calcaires à Fucoides qui se montrent à la surface. Telles sont les couches dont sont composées la plupart des montagnes qui viennent aboutir à la Méditerranée depuis la Bordighera jusqu'à Alassio, telles les couches des montagnes qui constituent l'Apennin, depuis Gènes jusqu'à la Spezia, le long de la mer, et depuis les cimes aux sources de l'Erro et de l'Olba, jusque dans le Bolognais, et, plus loin encore, sur le faite même et sur le versant septentrional de cette chaîne, qui est ainsi, malgré d'assez fréquentes métamorphoses des roches sédimentaires en roches semi-cristallines, essentiellement composées de couches appartenant à la zone nummulitique la plus caractérisée, et analogues à celles d'une certaine partie des Alpes, soit de la France, soit de la Suisse.

Or, au pied de cette chaîne de l'Apennin, et particulièrement sur le versant nord, lorsqu'on s'éloigne un peu de la ligne de partage des eaux et qu'on descend vers la plaine, on trouve, au-dessus des calcaires à Fucoides et macigno, ou bien au-dessus des couches métamorphiques qui les remplacent, une zone considérable de poulingues et mollasses et autres roches arénacées, souvent remplies aussi de concrétions calcaires, dans lesquelles sont répandus d'assez nombreux fossiles, parmi lesquels ne sont pas rares des espèces de Nummulites. Ces roches, qui par leur aspect minéralogique ressemblent assez à certains nagelfluës de la Suisse, ne sauraient être cependant rapportées à l'époque assignée à la partie plus récente de ce terrain, qui joue un si grand rôle dans la géo-

logie de la partie moins montueuse de cette intéressante contrée, parce qu'elles sont, sans nul doute, inférieures aux marnes et sables subapennins du terrain pliocène de l'Astésan et du Plaisantin, qui sont les représentants d'une partie du nagelfluë et de la mollasse suisse, et parce qu'elles ne semblent pas non plus, d'un autre côté, remonter bien haut dans le terrain miocène qu'on regarde comme formant une partie des collines de la Superga et des *Langhe*, collines qui ont été mises aussi en parallèle avec quelques parties de mollasses de la Suisse. Elles ne pourraient donc occuper tout au plus que la partie la plus basse du terrain miocène si l'on venait à reconnaître qu'il n'est pas possible de les considérer même comme plus inférieures, c'est-à-dire comme appartenant encore au terrain éocène.

Cette zone nummulitique plus récente (en comparaison de celle des Alpes) commence du côté des *Langhe* vers Ceva, se montre ensuite dans la vallée de la Bormida, du côté de Carcare, à Acqui, Spigno, Sassello, Cascinelle, où ses couches longent le pied des montagnes composées de schistes micacés, probablement métamorphiques, et de serpentine, et pénètrent aussi parfois dans les vallées qui s'ouvrent au milieu de ces mêmes montagnes. En marchant ensuite vers l'E. on la voit du côté de Mornèse, de Voltaggio, de Rigoroso, Varinelle, Roccaforte, où elle est clairement superposée à des calcaires et schistes à *Fucoides* qui n'ont subi aucune altération. De là elle continue vers Dernice et S. Bastiano, où l'on trouve des Nummulites dans le Rio Miseria, toujours au milieu des couches arénacées et des poudingues principalement composés de cailloux roulés de serpentine, de calcaire à *Fucoides* et de macigno, éléments dont la proportion varie selon qu'on se trouve au pied de montagnes constituées par l'une ou par l'autre de ces roches en masse. On dirait que cette zone forme le contour d'un large golfe qui se trouvait là où sont à présent les collines des *Langhe*, les vallées de la Bormida, du Belbo, de l'Erro, de l'Olba et de la Scrivia, indiquant; pour ainsi dire, dans ces contrées, les limites de la mer, à la fin de l'époque dans laquelle s'étaient déposés d'abord le calcaire nummulitique de la zone alpine, puis les macignos et les calcaires à *Fucoides*, et qui avait vu surgir probablement à ses dernières périodes les énormes masses serpentines qui traversent les montagnes dont cette espèce de golfe est entourée. Mais ce n'est pas seulement au pied de la chaîne qu'on retrouve cette zone nummulitique récente; souvent des points assez élevés des contre-forts qui s'en détachent sont couronnés de massifs de poudingue qu'on ne peut séparer de cette zone nummuli-

tique, et, dans quelques points même, ces couches à Nummulites se trouvent sur le faite et passent le versant méridional de l'Apennin comme au col de Santa-Giustina, non loin de Savone, d'où elles descendent dans les vallées de la Sanzobbia, de l'Æstra et du Rumé, où, près de l'endroit appelé Serboasca, de petites Nummulites se trouvent dans des couches arénacées très inclinées, remplissant, pour ainsi dire, un petit bassin excavé dans des roches serpentineuses et des schistes micacés métamorphiques, qui doivent appartenir cependant à des terrains assez récents, et, peut-être, à ceux du macigno.

Mais, en outre, cette zone nummulitique, dont nous venons de détailler la position au pied septentrional des Apennins liguriens, se montre aussi dans des points plus éloignés de la base de cette même chaîne, et concourt à former une partie de cette suite remarquable de collines qui accompagnent de près le cours du Pô, sur sa droite, depuis les environs de Turin jusqu'à ceux de Casale.

Tout le monde sait que, depuis Superga jusqu'aux environs de Casale et Valence, il y a une suite non interrompue de collines assez élevées qui courent comme le Pô, dont elles forment la berge droite, de l'O. quelques degrés au N., à l'E. quelques degrés au S. Ces collines tournent en général leurs escarpements vers le Pô, et semblent avoir ordinairement leurs couches inclinées vers le S., c'est-à-dire vers le bassin du Tanaro, qui a, lui aussi, son cours dirigé, comme elles, depuis les environs d'Asti jusqu'à Alexandrie. C'est au milieu d'elles, et toujours dans la même direction de l'O. à l'E., qu'est ouverte la petite vallée de la Stura di Brozzolo, qui, vers sa fin, par un petit crochet tourné au N., laisse un passage aux eaux du torrent de ce nom pour se jeter dans le Pô, à trois quarts à peu près de la distance qui est entre Turin et Casale. Or, à la base de ces collines vers le Pô, et, en général, près du lit du fleuve, on voit de temps à autre, sortir de dessous les roches arénacées des massifs isolés, mais, cependant, assez considérables, de calcaire à Fucoïdes, comme il arrive entre Verrua et Brusasco, sous Camino, et entre Ponte-Stura et Casale, et il paraît indubitable que la zone nummulitique plus récente appuie ses couches, souvent assez inclinées, sur ces masses calcaires, ce qui indique qu'ici, comme au pied de l'Apennin, ces couches nummulitiques sont postérieures à ce même calcaire à Fucoïdes, auxquelles ne paraissent faire aucun passage et dont elles semblent parfois contenir des fragments. On dirait qu'après le dépôt du calcaire à Fucoïdes, dans l'espace qui est à présent entre l'Apennin

et les Alpes, surgissaient des récifs composés de ce calcaire, et que, successivement, se déposèrent et furent ensuite redressées les couches arénacées souvent remplies de concrétions calcaires qui contiennent les Nummulites de Gassino, de Crea, d'Ozzano et d'autres points intermédiaires, et qu'à ces couches en ont succédé d'autres, également arénacées, et qu'enfin sont survenus les marnes et les sables subapennins de l'époque *pliocène* dont les bancs, d'abord pen inclinés et ensuite horizontaux, occupent le centre du bassin du Tanaro et du Borbo, son affluent, se relevant de côté et d'autre, d'une part au-dessus des couches *miocènes* du pied de l'Apennin, de l'autre au-dessus des couches de la même époque qui forment la partie septentrionale des collines situées entre le cours du Tanaro et celui du Pô, depuis Superga jusqu'à Casale, lesquelles couches arénacées *miocènes* s'appuient, à leur tour, d'un côté sur le calcaire à Fucoides des bords de ce dernier fleuve, et de l'autre sur le calcaire, les macignos, et les schistes métamorphiques de l'Apennin lui-même. En outre, un fait assez remarquable peut s'observer en beaucoup d'endroits où l'on peut voir la superposition des couches nummulitiques récentes aux couches de la zone plus ancienne : c'est que des masses et même des couches de lignite se trouvent assez souvent interposées entre elles, ce qui viendrait à l'appui de l'opinion qu'un laps de temps, peut-être assez considérable, a passé entre la fin de l'époque des calcaires à Fucoides et le commencement de celle dans laquelle se déposèrent les couches arénacées de la seconde zone nummulitique. Je n'ai pu, à la vérité, jusqu'à présent, précisément constater la superposition directe des couches nummulitiques au terrain à lignite de Cadibona; mais on peut raisonnablement la soupçonner, puisque, non loin des parages où se trouve l'excavation connue et assez célèbre de ce lignite, j'ai pu constater près de Sassello et à Cascinelle la superposition des couches nummulitiques à des bancs arénacés avec lignite, assez semblables à ceux de Cadibona. Ces bancs contenaient des coquilles qui, à la vérité, n'étaient pas tout à fait déterminables, mais qui avaient le facies de coquilles d'eau douce. Si, comme je le soupçonne, la superposition des couches nummulitiques récentes au terrain à lignite avec *Anthracotherium* venait à être constatée, ce serait un fait très important pour la science.

Du reste, qu'il y ait eu de remarquables dislocations entre le dépôt des couches nummulitiques, des macignos et des calcaires de la zone plus ancienne et celui des couches arénacées, des poulingues et des calcaires concrétionnés avec Nummulites de la zone plus récente, c'est ce qui ne peut permettre aucun doute; seulement,

qu'on observe la disposition géographique que nous avons esquissée, et qu'on prenne garde à la position assez fréquemment discordante des couches de cette même zone sur celles de la plus ancienne, comme on peut en remarquer de notables exemples auprès de Voltaggio, de Pietra Bissara et autres endroits. Dans la première de ces localités, sur le chemin qui va vers Carosio, on voit au-dessus de certaines couches presque verticales de schiste argilo-calcaire un peu onctueux, qui ne sont que des schistes du macigno modifiés, des couches bien peu inclinées d'une roche arénacée à petits grains, alternant avec des poudingues à grains de médiocre grosseur, et contenant d'assez nombreuses Nummulites. Dans la seconde de ces localités, c'est-à-dire près de Pietra Bissara, on voit de même, au-dessus des couches très contournées du calcaire à Fucoides, des bancs puissants de poudingue en couches, elles aussi à la vérité inclinées, mais qui n'ont pas du tout subi les étranges contorsions des bancs inférieurs; ces couches de poudingue sont intimement liées à d'autres, où l'on trouve, près Varinelle, des Nummulites. De même, près Roccaforte, le poudingue qui se lie aux couches nummulitiques est adossé aux calcaires à Fucoides, et semble en être tout à fait distinct.

Cette suite de faits que je viens d'indiquer prouvent assez clairement, à mon avis, que le dépôt de la zone nummulitique doit avoir eu lieu lorsque déjà le relief des montagnes au pied desquelles elle se trouve, et qui sont en général composées des couches supérieures de la formation nummulitique alpine ou plus ancienne, avait été puissamment modifié; comme ils prouvent aussi qu'il doit y avoir eu un intervalle assez considérable entre un dépôt et l'autre, puisque la zone la plus récente est essentiellement composée de cailloux roulés et de sables qu'on reconnaît provenir de la destruction des roches appartenant au dépôt précédent. Par l'examen même des cailloux roulés qu'on retrouve dans toute la seconde zone, il reste aussi prouvé que le plus grand nombre des métamorphoses qui ont affecté les bancs de la plus ancienne doivent avoir eu lieu bien avant que les couches nummulitiques plus récentes se déposassent; car dans ces derniers on trouve non-seulement des cailloux de macigno et de calcaire non altéré, mais aussi des cailloux roulés de toutes les variétés de jaspe, de schiste onctueux, de calcaire semi-granulaire, provenant de bancs qui se trouvent au milieu des macignos et calcaires de la zone inférieure, et ne sont autre chose que ces mêmes roches profondément altérées. Mais non-seulement par l'examen des cailloux roulés qui sont dans les poudingues de la seconde zone, on voit

que la modification des macignos et des calcaires a précédé ce dépôt, mais on reconnaît encore par l'immense quantité de cailloux roulés serpentineux qu'on y retrouve, que sans doute l'apparition de la plus grande partie au moins des roches serpentineuses l'a aussi précédée ; et si l'on réunit ensuite cette observation à celles qui prouvent clairement que presque toutes les masses serpentineuses de l'Apennin se sont fait jour à la surface de la terre après le dépôt des macignos et des calcaires à Fucoides, on devra en tirer la conséquence que cette apparition a eu lieu entre le dépôt de la zone nummulitique inférieure et la supérieure, et que très probablement c'est à la sortie de ces roches serpentineuses qu'on doit le bouleversement et la dislocation des couches du macigno et du calcaire, ainsi que les nombreuses altérations que ces roches ont subies. Il est donc assez probable que la seconde zone nummulitique, quant à sa formation, est bien postérieure, et tout à fait séparée de la zone alpine, puisqu'elle s'est déposée au pied des montagnes constituées par les roches de la formation plus ancienne, et après un fait aussi remarquable que celui de la modification de ces mêmes roches, et après celui non moins notable de l'apparition des roches serpentineuses, qui jouent un si grand rôle dans les Apennins. Outre cela, s'il est difficile, pour ne pas dire impossible, de reconnaître un passage entre les couches de calcaire à Fucoides et du macigno, et les terrains à Nummulites plus récents, il n'en est pas de même entre les couches de ce dernier terrain et celles du terrain miocène le plus caractérisé que l'on voit parfois se fondre insensiblement dans le terrain pliocène. En effet, les couches à Nummulites du pied de l'Apennin, ainsi que celles des collines qui avoisinent le Pô de Turin à Casale, sont presque toujours discordantes avec le calcaire à Fucoides et le macigno, tandis qu'elles sont concordantes avec les couches arénacées supérieures, qui ont toujours été regardées comme appartenant au terrain miocène. Ceci, abstraction faite jusqu'à ultérieur examen des corps organisés fossiles de la seconde zone nummulitique, pourrait réellement faire croire que, si la plus ancienne de ces zones appartient au terrain éocène, la seconde pourrait au contraire appartenir au terrain miocène avec lequel elle a physiquement une plus grande liaison, et dont elle ne paraît pas avoir été séparée par un de ces grands événements qui semblent indiquer le point de séparation de deux formations géologiques. Quelques coupes (Pl. XI) prises en partant de la chaîne de l'Apennin, et même des bords de la mer Méditerranée, et venant aboutir à la vallée du Pô, serviront à préciser davantage

les relations de ces divers terrains, et à prouver comme la zone nummulitique récente est plutôt liée par la disposition et l'inclinaison de ses couches au terrain miocène, qu'à celui des calcaires à *Fucoïdes* et des macignos.

Je crois qu'entre ces diverses sections, une des plus intéressantes pour établir les relations des divers terrains dont nous avons jusqu'ici parlé est celle qu'on peut conduire, à travers la chaîne de l'Apennin, des bords de la mer, entre Varagine et Celle, non loin de Savone, aux rives du Pò, près Camino et Ponte Stura à l'O. de Casale: je m'efforcerai pourtant d'en donner aussi succinctement que possible la description (fig. 4). En quittant les bords de la mer auprès du bourg de Celle, et se dirigeant vers le N., c'est-à-dire presque perpendiculairement à la chaîne centrale, on chemine pendant quelque temps sur un ensemble de couches, un peu inclinées vers le S. et le S.-E., de mollasses et de poudingues polygéniques, dans lesquelles on trouve souvent des fragments de lignite ou de bois bituminisé. Ces couches, qui rappellent par leur structure celles de Cadibona, ne contiennent point, à ma connaissance, de coquilles ou autres fossiles qui puissent servir à leur détermination précise: cependant on ne peut guère hésiter à les mettre en parallèle avec les couches de cette localité célèbre, avec lesquelles elles sont liées, et qui ont un aspect tout à fait identique. Ces couches de mollasse et de poudingue de Celle sont d'ailleurs sans aucun doute inférieures au terrain pliocène, puisque à Albizzola on voit ce dernier terrain caractérisé par de nombreux fossiles reposer immédiatement sur les couches de mollasse.

On suit cet ensemble de couches de mollasse, qui occupent un espace triangulaire dont la base s'étend le long de la mer, de Varagine à Albizzola, pendant à peu près une heure de chemin, et l'on voit ensuite sortir au-dessous d'elles des couches très inclinées ou presque verticales de schistes argilo-talqueux, qui sont très souvent traversées par des masses serpentineuses: ces schistes continuent vers l'endroit dit la Stella, où à côté d'eux, mais plus à l'O., se trouvent aussi d'autres masses d'un schiste d'apparence plus ancienne et des masses de gneiss coupées par de nombreux filons granitiques. Peu après la Stella, on rejoint la partie supérieure de la vallée de la Sansobbia, et, en remontant cette vallée, on continue à cheminer sur des schistes argilo-talqueux en couches très inclinées: non loin de Santa-Giustina on commence à voir, au-dessus de ces schistes, des bancs puissants et beaucoup moins inclinés de poudingue et de mollasse, dans lesquels on voit quelques fragments de lignite et de coquilles en trop mauvais état pour être précisé-

ment déterminables, mais qui cependant semblent se rapprocher de quelque coquille du terrain miocène. Ces bancs de mollasse forment un ensemble de couches d'une puissance de près de trois cents mètres, et arrivent à occuper le sommet du col de Santa-Giustina, où se fait le partage des eaux entre la Méditerranée et l'Adriatique, d'un côté, les eaux s'écoulant par la Sansobbia, et descendant à Albizzola, près Savone; de l'autre, se dirigeant par le torrent Giovo, affluent de l'Erro, à Sassello, et de là à Acqui et Alexandrie. A côté de cette masse de terrain de mollasse et de poudingue, tant à l'E. qu'à l'O., la chaîne centrale, qui s'élève beaucoup plus haut que le col, est composée de schistes argilo-talqueux, et surtout de très grandes masses serpentineuses qui les traversent, et qui arrivent au point dit l'Armetta, à l'altitude de presque 1,200 mètres au-dessus de la mer. On dirait que ce terrain de mollasse occupe au sommet du col une espèce de bassin entre des chaînes de roches schisteuses, et que c'est une espèce de témoin qui sert à indiquer qu'au commencement de l'époque miocène, ou à la fin de l'époque éocène, la mer communiquait par ce point entre le bassin occupé aujourd'hui par la vallée du Pô, qui fait suite à l'Adriatique, et celui occupé par la Méditerranée.

Arrivé sur le sommet du col de Santa-Giustina, on chemine encore pendant quelque temps sur les couches de mollasse qui forment comme une espèce de petit plateau entouré à droite et à gauche par de plus hautes montagnes, mais lorsqu'on commence à descendre dans la vallée du torrent Giovo, on voit sortir de nouveau, au-dessous des couches arénacées, les schistes argilo-talqueux qui dominent dans les montagnes environnantes, et qui sont ici toujours en bancs assez inclinés. On parcourt cette formation schisteuse pendant quelque temps, mais on retrouve bientôt le terrain de mollasse avant d'arriver à Sassello, d'où, pour ainsi dire, il s'étend dans presque toutes les directions le long de la vallée de l'Erro. C'est non loin de ce bourg, mais un peu plus à l'E. de la section que nous décrivons, qu'on peut voir la superposition des couches nummulitiques à un banc de poudingue et de marne, dans lequel on trouve des fragments nombreux de lignite qui forment presque un petit lit de combustible : au-dessus de ce banc on voit aussi un lit de marne dans lequel on trouve des bivalves qui semblent appartenir aux coquilles d'eau douce, parmi lesquelles on a même déterminé la *Cyrena Brongniartii* de Basterot. Les roches arénacées des environs de Sassello font partie de cette grande zone de roches, qui occupe les Langhe et le pied des Apennins, et qui n'est interrompue vers le N. et l'O. de ce bourg

que par quelques îlots de schiste ou de serpentine, mais qui, vers l'E., s'appuie au grand massif de roches ophiolitiques et de schistes qui constitue la plus grande partie des montagnes dans lesquelles sont creusées les différentes vallées dont les eaux concourent à former la rivière d'Orba dans la partie supérieure de son cours. Les couches de mollasse et de poudingue des environs de Sassello ont une assez petite inclinaison.

En partant de ce bourg de Sassello pour continuer le chemin vers le N., on parcourt des coteaux comparativement assez bas, composés de mollasse avec quelques Nummulites, puis on arrive à un endroit appelé la Maddalena, où le terrain tertiaire est interrompu par un chaînon de serpentine qui se rattache aux montagnes du *piano della Castagna*, qui se trouvent vers l'E., et dont on longe pour ainsi dire le pied. Après avoir traversé ce petit contre-fort serpentineux, on parcourt encore le terrain de mollasse, jusqu'à ce qu'on rejoigne un petit torrent qui coule de l'E. à l'O. au pied de la montagne de Cimaferle, et qui descend des montagnes du piano de la Castagna pour se jeter dans l'Erro, qui, par contre, coule dans la direction du S. au N. Ce petit torrent, et l'Erro dans lequel il débouche à peu de distance de là, ont ici leur lit, pour ainsi dire, excavé dans la serpentine : si, après avoir passé ensuite ce torrent non loin du moulin Povito, on prend la route qui se dirige au N. vers Ponzone, on doit alors gravir une haute crête qui forme une espèce de mur, et qui est toute composée de serpentine stéatiteuse et commune. Cette montagne prend le nom de Cimaferle. Lorsqu'on est arrivé sur le point culminant, qui forme une espèce de plateau, on trouve de fréquents lambeaux de conglomérat ou poudingue tertiaire, tandis que la serpentine occupe les flancs des petites vallées environnantes, et se montrent aussi parfois en petits mamelons sur les hauteurs.

Avant d'arriver à Ponzone, qui est sur la continuation de cette crête, lorsqu'elle commence un peu à s'abaisser, il se développe au milieu des mollasses, et même des marnes qui sont avec elles, un banc d'un calcaire concrétionné bréchiforme, qui ressemble assez à celui des bains d'Acqui, où l'on trouve des Nummulites : ce calcaire de Ponzone contient, entre autres, des cailloux roulés de serpentine, et l'on y voit des restes de corps organisés indéterminables, et surtout des Huîtres. Au-dessus de ce calcaire, qui semble au moins appartenir à la partie inférieure du terrain miocène, reposent encore des sables endurcis, qui font toujours partie de ce même terrain. Les couches sur ce plateau sont en général peu inclinées, et elles plongent un peu vers le N.-E., ou

vers l'O., selon que leur pente est déterminée par quelque mamelon serpenteux qui perce au milieu d'elles.

De Ponzone à Cavatore on marche toujours sur des marnes sableuses et des mollasses, au milieu desquelles, surtout après ce dernier pays, à la descente vers les bains d'Acqui, se trouvent de nombreuses traces de végétaux carbonisés. Ici les couches paraissent plus inclinées, et semblent plonger vers le N.-E.

Les bains d'Acqui sont situés dans un ravin ouvert du S. au N. et aboutissant à la rive droite de la Bormida, qui a ici depuis Bubbio jusqu'à Visone la direction de l'O. à l'E. Dans les flancs de ce ravin on exploite un banc assez puissant de calcaire concrétionné blanchâtre assez compacte avec des Nummulites et des Peignes : il est au milieu de bancs de mollasse et ressemble à celui que nous avons indiqué sur les hauteurs de Cimaferle, dont il paraît être la continuation, comme il ressemble aussi à celui plus connu de Gassino, aux environs de Turin : comme lui, ce calcaire d'Acqui est subordonné à des mollasses et à des marnes sableuses très puissantes dans tous ces environs, et l'on ne peut avoir aucun doute qu'il n'appartienne au terrain tertiaire et à la plus récente des zones nummulitiques que nous avons signalées. Ce même calcaire se montre aussi à Visone, et partout il est entouré de mollasses ou de poudingues à petits grains, dans lesquels des Nummulites, probablement de différentes espèces, se trouvent assez fréquemment répandues.

Vis-à-vis des bains, on passe la Bormida pour aller à la ville d'Acqui, qui se trouve sur la rive gauche de cette rivière. La vallée qu'on traverse n'a pas une grande largeur : le terrain alluvial couvre les tranches des couches de mollasse assez redressées qui en forment le fond.

Au N. de la ville s'élèvent de nouveau des collines qui n'ont pas une grande élévation, et qui sont composées encore de mollasses, mais qui ne contiennent pas, à ma connaissance, de fossiles rapportables aux Nummulites. On ne peut guère se refuser à les rapporter à l'époque miocène : les couches en sont toujours moins inclinées, et tout indique qu'elles vont plonger vers les bassins du Belbo et du Tanaro, en marchant vers lequel il paraît qu'on rencontre des couches de plus en plus récentes.

Lorsqu'on a gravi la petite côte qui sépare le cours de la Bormida de celui du Belbo, en descendant vers le lit de cette dernière rivière et la petite ville de Nizza della Paglia, on retrouve à l'endroit appelé Castel Rochero des masses considérables de gypse accompagné de cargneule et d'une espèce de calcaire compacte et très

solide, peut-être un peu siliceux, avec des parties cavernueuses, et qui ne paraît être qu'une modification des marnes dans lesquelles se trouve ce gypse. On dirait que ce gypse, lequel est assez fréquent tant dans ces collines que dans celles du Tortonais, se trouve dans les couches qui font passage entre le terrain miocène et le terrain *pliocène* plus caractérisé; en effet, dans le Tortonais, à Santa-Agata, c'est dans les marnes qui avoisinent le gypse qu'on a trouvé un mélange de coquilles décidément *pliocènes* avec un assez grand nombre d'autres rapportables au terrain miocène. Les couches de ces marnes, du reste, sont presque concordantes avec les couches des mollasses inférieures; seulement elles deviennent peu à peu plus horizontales, et prennent de plus en plus l'aspect des marnes subapennines les plus caractérisées, comme elles en contiennent de plus en plus les fossiles.

Après le cours du Balbo, qui a dans les environs de Nizza della Paglia la direction du S.-O. au N.-E., les collines qui s'interposent entre cette rivière et le Tanaro, ainsi que les petits cours d'eau qui les sillonnent, sont dirigées à peu près de l'O. à l'E. comme le Tanaro même, qui occupe la partie basse du terrain entre l'Apennin et la petite chaîne du Montferrat de Valence, aux environs de Chivazzo. Ces collines qui avoisinent le Tanaro appartiennent au terrain *pliocène*, et sont composées dans le bas de marnes subapennines, et plus haut de sables jaunes, étant couronnées ordinairement par un dépôt de cailloux roulés et de marnes jaunâtres où l'on a trouvé des ossements de différents pachydermes. Quoique ces couches de marnes et de sables jaunes soient ici sensiblement horizontales, cependant on peut croire qu'elles s'abaissent légèrement vers l'E. Il est remarquable que le sommet de ces collines n'est pas plus élevé au-dessus du niveau de la mer qu'une grande partie du plateau du Piémont, ce qui peut faire considérer la partie de la vallée du Tanaro qui est dans les environs d'Asti comme formée par l'érosion d'un plateau qui était originellement contigu à celui du Piémont, qui est, lui aussi, composé de marnes bleues, de sables jaunes marins et de cailloux roulés, marnes et sables avec ossements de pachydermes, comme le démontrent les coupures que quelques petits torrents ont faites dans ce même plateau.

Dans les environs d'Asti et sur la gauche du Tanaro s'ouvre une petite vallée dirigée à peu près du N. au S., qu'on peut regarder comme transversale à la chaîne des collines du Montferrat, puisqu'elle leur est perpendiculaire, et dans laquelle coule le torrent Versa, qui descend des hauteurs de Tonco et de Montiglio, et se

jette dans le Tanaro : si on la remonte quelque temps en se dirigeant vers Moncalvo, on voit sur la droite et sur la gauche des escarpements qui démontrent qu'on est ici toujours dans le terrain pliocène : en effet, on ne voit de côté et d'autre que des marnes bleues et des sables jaunes avec quelques bancs de cailloux roulés sur les hauteurs. A Calliano, où l'on quitte la vallée de la Versa pour longer l'origine de la vallée de la Grana, qui est par contre parallèle à la chaîne, et qui va déboucher directement dans le Pô, au-dessous de Casale, on trouve du gypse, et non loin des sources sulfureuses, et à Moncalvo, qui est entre le vallon de la Grana au S. et un affluent de la Stura de Brozzolo au N., les hauteurs sont couronnées par les sables jaunes endurcis, avec Peignes, qui forment presque une espèce de calcaire moellon ; mais au-dessous il y a quelques marnes et enfin des amas de gypse, ce qui semble indiquer qu'on se trouve là vers la limite N. du terrain pliocène. Les couches dans l'étendue de pays parcouru depuis Asti sont presque horizontales ; auprès de Moncalvo cependant elles commencent à être un peu plus inclinées, et plongent vers le S., c'est-à-dire vers le bassin du Tanaro. Mais après être descendu de cette ville, qui est située sur la crête de la colline, dans la vallée qui se trouve au N., et dans laquelle coule un affluent de la Stura, on retrouve sur la rive gauche des couches bien plus inclinées, et qui commencent à prendre un aspect différent ; en effet, au lieu des marnes caractéristiques du terrain pliocène, on a des mollasses, ou des marnes sabluses, ou des poudingues à grains plus ou moins fins, qu'on ne peut se refuser à regarder comme appartenant au terrain miocène.

Le massif des collines qu'on remonte ensuite en allant vers Ponzano et le sanctuaire de Crea et qui est, pour ainsi dire, enclavé entre la Stura de Brozzolo au N. et le vallon qui se trouve aux pieds de la ville de Moncalvo, au S., est presque tout composé de ces mollasses et de ces poudingues qui, souvent, contiennent une quantité notable de cailloux roulés de serpentine. A la montée de Ponzano, on trouve d'abord ces couches qui courent E.-S.-E., O.-N.-O., fortement inclinées vers le S.-S.-O. ; mais, après ce village, elles plongent, au contraire, vers le N.-N.-E. ; en continuant ensuite à marcher vers le N., c'est-à-dire vers le sanctuaire de Crea et la montagne de ce nom, on traverse les tranches de ces couches, qui sont presque verticales, mais qui plongent cependant vers le N.-N.-E. ; ici et précisément auprès du sanctuaire et des chapelles de Crea, au milieu d'une mollasse jaunâtre ou de poudingue à petits grains, se développent un grand nombre de concrétions calcaires, de manière que les bancs qui les contien-

nent font passage à une espèce de véritable calcaire concrétionné et compacte, presque identique avec celui de Gassino. C'est au milieu de ce calcaire qu'on retrouve des Nummulites, lesquelles sont analogues à celles de Gassino, comme elles le sont aussi à celles des environs d'Acqui et de Ponzone. On ne peut, du reste, guère douter que le massif de Crea ne soit la continuation de celui de Gassino, avec lequel il forme une zone nummulitique qui s'étend vers Ozzano et Casale dans la direction de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., et que cette zone ne soit analogue, par sa composition et sa position, à celle que nous avons décrite au pied de l'Apennin, vers Sassello, Ponzone et Acqui, dont elle serait le représentant, mais sur la rive opposée du bassin, ou, du moins, sur les bords de quelques îlots d'une époque plus ancienne, qui se trouvaient vers l'endroit où coule actuellement le Pô, et qui sont représentés par les bancs de calcaire marneux analogue au calcaire à Fucoides, sur lesquels les couches de mollasse, liées aux couches nummulitiques, s'appuient très probablement. En effet, en descendant de Crea vers Serra-Lunga, on retrouve toujours les mollasses ordinairement presque verticales, ou bien fortement inclinées, tantôt vers le S.-S.-O., tantôt vers le N.-N.-E. ; mais, après avoir passé la Stura et se dirigeant vers Camino, qui est une des collines qui bordent immédiatement le Pô, on voit enfin ces couches incliner décidément au S.-S.-O., et, si l'on descend plus bas encore, c'est-à-dire vers le fleuve qui arrose leurs pieds, on peut croire se trouver sur des marnes dépendant du calcaire marneux à Fucoides, calcaire qu'on trouve, sans aucun doute, au-dessous des couches nummulitiques d'Ozzano, à côté de la montagne de Cuniolo, qui se trouve vis-à-vis et à l'E. de Ponte-Stura, et dont les bancs avec Fucoides paraissent, sans aucun doute, être la continuation des couches marneuses qu'on voit le long du Pô au-dessous de Camino et même non loin de Ponte-Stura, ce qui prouve que la zone nummulitique de Gassino et du Monferrat est, comme celle du pied de l'Apennin, vers Acqui, superposée aux couches de calcaire à Fucoides ou de ses représentants, c'est-à-dire que la seconde zone nummulitique repose ici aussi clairement, et assez souvent en gisement discordant, sur les assises plus récentes de la zone nummulitique du faite des Alpes et de la chaîne de l'Apennin, et que, pourtant, il y a beaucoup de données pour la regarder comme séparée et appartenant probablement, si l'on s'en rapporte à son gisement, à une époque plus récente.

Ce fait de la superposition de la seconde zone nummulitique aux schistes talqueux métamorphiques, représentants des schistes

du macigno, se reproduit encore à l'E. de la section dont nous venons de donner les détails. A Cascinelle, par exemple (fig. 2), au-dessus des schistes talqueux, on voit, près du Rio Amione et sur sa rive droite, au milieu de certains poudingues, des petits bancs de lignite, et, en passant sur la gauche de ce petit torrent, on a une suite remarquable de couches peu inclinées, contenant des Nummulites qui sont évidemment supérieures à ces lignites. Dans le bas, on a des poudingues à petits grains presque tous composés de cailloux serpentineux, puis des sables agrégés, également serpentineux, dans lesquels sont très fréquents, des Nummulites, des Peignes (*Pecten arcuatus*, Brocc.), des Clypéastres (*Clypeaster Laganoides*, Ag.), des Echinolampes (*Echinolampas Laurillardii*, Ag.), et certaines Lunulites qui ressemblent au *Lunulites Androsaces*; puis on a encore des sables, mais plus marneux, puis de nouveau des poudingues et sables avec Nummulites, Peignes, Clypéastres, etc., enfin, des marnes sableuses, et, au sommet, près S. Defendente, encore des sables avec de petites Nummulites, des Operculines et des traces de végétaux carbonisés.

De Cascinelle, en allant vers Cremolino, c'est-à-dire vers le N., on marche toujours sur des marnes sableuses dans lesquelles on ne trouve plus de Nummulites, si ce n'est lorsqu'on rencontre, comme à la Bruciata, quelque îlot d'une roche plus ancienne, une espèce de gneiss qui perce au milieu du terrain récent, entouré de couches nummulitiques, auxquelles succèdent de nouveau, tout à l'entour, les marnes sableuses qu'on doit regarder comme appartenant au terrain miocène. Après ces marnes on rencontre d'autres couches encore plus sableuses et qui ressemblent presque à une espèce de grès calcaire, lesquelles, près d'Orzera, dans la vallée de la Bormida et près de la Rocca-Grimalda, dans celle de l'Orba, paraissent être les dernières couches appartenant au terrain miocène véritable, tandis que plus loin les couches qui suivent et vont vers la plaine font probablement partie d'un terrain intermédiaire entre le miocène et le pliocène.

Ces superpositions de la zone nummulitique récente à des roches métamorphiques, qui appartiennent très probablement à la formation du macigno, se répètent encore, comme nous l'avons déjà indiqué, en marchant toujours vers l'E., à Lerma, à Mornèse; mais, comme les roches inférieures ont perdu leur caractère original, on pourrait objecter que ces roches ne sont pas le macigno, mais bien des roches plus anciennes, et qu'alors ces couches nummulitiques, dont nous croyons devoir faire une zone plus récente, pourraient n'être que la zone des Alpes avec des modifications mi-

néralogiques particulières; mais ce doute doit cesser lorsque l'on continue à marcher encore plus à l'E. et vers la vallée du Lemmo et celle de la Scrivia, parce que, dans ces parages, les caractères métamorphiques des roches inférieures disparaissant, on voit leur continuation n'être plus que des schistes ou argiles schisteuses avec des macigno et des calcaires à Fucoides incontestables, sur lesquels la zone nummulitique du pied de l'Apennin vient constamment s'appuyer, et très souvent en gisement discordant.

Dans la vallée du Lemmo, non loin de Voltaggio (fig. 3), au-dessus d'une espèce de schiste du macigno dont les bancs sont puissamment inclinés, on a immédiatement un banc d'un conglomérat grossier, à blocs considérables peu roulés, puis un banc de poudingue à gros grains, puis d'autres bancs de poudingue à petits grains et des sables serpentineux en couches beaucoup moins inclinées et contenant de petites Nummulites, ainsi qu'un grand nombre de fossiles qu'on retrouve aussi à Cascinelle et à Lerma. Ces couches de sables serpentineux nummulitiques plongent à peu près vers le N.-E., et sont, sans aucun doute, supérieures à d'autres poudingues, avec traces de lignite qui se trouvent plus près de Voltaggio. Si l'on continue ensuite à descendre la vallée du Lemmo, on voit toujours ces poudingues nummulitiques se lier aux mollasses du terrain miocène qui sont vers Carosio et Gavi, de manière qu'on ne peut aucunement les séparer, et, de plus, ces mêmes mollasses sont, à leur tour, après Gavi, inférieures, mais intimement liées aux marnes bleues avec gypse de Monte-Rotondo qui sont quelque chose d'intermédiaire entre le terrain miocène qu'on va quitter et le terrain pliocène qu'on retrouve enfin dans les collines qui sont plus près de la plaine, comme à Tassarolo et dont les couches s'approchent de plus en plus de l'horizontalité.

Une autre coupe, analogue à celle que nous venons d'esquisser, se présente encore sur la droite de la Scrivia, vis-à-vis d'Arquala (fig. 4), où des couches nummulitiques sont liées aux grandes masses de poudingue qu'on traverse dans les gorges étroites de Pietra-Bissara et qui reposent en gisement discordant sur les couches contournées de calcaire à Fucoides, que tout indique avoir subi d'énormes plissements avant que les mollasses et les poudingues nummulitiques se déposassent. Ici, comme dans les localités que nous avons précédemment indiquées, on passe bientôt sans interruption de la zone nummulitique aux couches miocènes des collines qui sont vis-à-vis Serravalle, et ensuite aux marnes sableuses avec fossiles mélangés de l'époque miocène et de l'époque pliocène du Tortonais et aux marnes avec gypse des mêmes loca-

lités, auxquelles viennent, à leur tour, se substituer les marnes bleues et les sables jaunes si parfaitement caractérisés comme pliocènes par leurs fossiles que l'on trouve près de Cassano et de Villalvernia.

Si, de la vallée de la Scrivia, précisément de l'endroit où elle sort des hautes montagnes qui sont au sud d'Arquata, on marche vers l'E. et le N.-E. en se tenant à la limite des couches de calcaire à Fucoides et des poudingues, on trouve toujours les mêmes superpositions, c'est-à-dire qu'on voit toujours ces dernières couches, ainsi que les mollasses nummulitiques, s'appuyer en gissement discordant sur les couches calcaires; il en est ainsi à Roccaforte, à Cantalupo, dans les gorges par où la Borbera sort du bassin de Rocchetta, à Dernice, et ensuite à San-Bastiano dans la vallée du Curone, où on a trouvé, près du Rio-Miseria, comme dans les localités supérieurement indiquées, d'assez nombreuses Nummulites. Plus loin encore, vers la vallée de la Staffora et dans le groupe de hautes collines qui sont entre la vallée du Tidone et la plaine, vers Casteggio et Stradella, on voit bien souvent les masses de poudingue rapportables à celles qui sont avec les mollasses nummulitiques reposer sur le calcaire à Fucoides et contenir très souvent, à leur base, des indices de lignite; mais on n'a pas encore indiqué qu'il y ait des Nummulites dans ces parages; il est cependant assez probable qu'en faisant des recherches un peu plus minutieuses, on retrouverait en plus d'un endroit de ces fossiles dont, au reste, il y a quelque indication dans certaines couches marno-sableuses qui recouvrent les îlots de calcaire à Fucoides, qui percent très souvent au-dessous des masses de poudingue dans les hautes collines qui se trouvent entre la vallée de la Staffora et celle du Curone, non loin de Pozzuolo del Groppo.

Après les collines qui viennent finir aux bords du Pô et qui, près de Stradella, forment une espèce de cap qu'on dirait être la limite plus extérieure à l'E. de l'ancien golfe de mer qui occupait l'espace où sont à présent les collines de Voghere et de Tortone, les plaines de Novi et d'Alexandrie et toutes les collines de l'Astésan et des Langhe, j'ai bien pu retrouver encore quelques lambeaux de poudingue analogue à celui qui est ordinairement à la base de la seconde zone nummulitique, mais je n'ai pu encore découvrir aucun fossile qui puisse clairement indiquer que ces lambeaux doivent faire partie de ce terrain; d'où il résulterait que la seconde zone nummulitique, dont nous avons jusqu'à présent parlé, se trouve particulièrement développée au pied de l'Apennin ligurien dans le rentrant que faisait la mer vers les vallées de la Scrivia et

de la Bormida et une partie de celle du Tanaro, et qu'en dehors de ce golfe et continuant toujours à longer vers l'E. le pied de cette chaîne, il n'y en a, dans le Plaisantin, que des traces douteuses, puisque, assez souvent, comme à Castel Arcuato, c'est le terrain pliocène le plus caractérisé qui est immédiatement superposé au calcaire à Fucoides.

Quoique l'espace, le long duquel nous avons suivi le terrain nummulitique dont nous avons esquissé la physionomie et indiqué des coupes détaillées, ne soit pas très considérable, il l'est cependant assez pour qu'on doive reconnaître, dans ce terrain, une formation qui a toutes les allures d'une formation indépendante et que l'on puisse dire que, outre la grande formation nummulitique des Alpes, il y en a une autre zone qui, par sa position géographique et par sa manière d'être en discordance avec les dernières couches de la première, a tous les caractères pour être regardée comme une zone tout à fait séparée d'elle et nécessairement postérieure à cette même zone nummulitique des Alpes.

Il ne reste plus qu'à voir si les fossiles qu'elle contient viennent réellement appuyer ces conclusions et si, par sa faune, elle est entièrement séparable comme elle le paraît par sa position.

Je donnerai ici la note des fossiles que j'ai retrouvés moi-même, tant dans les environs de Cascinelle que de Lerma et de Voltaggio, et que j'ai recueillis dans les couches où se trouvent les Nummulites. Je dois la détermination de la plus grande partie de ces fossiles à l'obligeance de M. Bellardi, qui a si bien étudié les fossiles de la zone nummulitique du comté de Nice.

Nummulites intermedia, d'Arch. — Cascinelle, Voltaggio, Gronardo.

Operculina taurinensis. — Voltaggio, espèce miocène.

Cassis variabilis, Bellardi. — Espèce miocène qui se trouve aussi dans la colline de Turin.

Fusus abbreviatus, Lamk. — Cascinelle, espèce éocène.

Pyrula condita, Alex. Brong. — Cascinelle, espèce miocène, se trouve aussi à Superga.

Nassa flexuosa, Bron. — Cascinelle, espèce miocène, se trouve à la colline de Turin.

— *Caronis*, Alex. Brong. — Cascinelle, espèce éocène, se trouve aussi à Ronca.

Natica mamillaris, L. — Cascinelle, espèce miocène, et dans la colline de Turin.

— *cepacea*, Lamk. — Cascinelle, espèce éocène, Paris et Nice.

Turritella strangulata, Grateloup. — Cascinelle, espèce miocène, et dans la colline de Turin.

- Pecten arcuatus*, Brocchi. — Cascinelle, Voltaggio, etc., espèce miocène.
- Pectunculus deletus*, Sow. — Cascinelle, espèce éocène.
- Pholadomya Puschii*, Goldf. — Cascinelle, espèce nummulitique de Nice.
- Ostræa Archiaci* v., Bellardi. — Cascinelle, espèce nummulitique de Nice.
- Vermetus lima*, Bellardi. — Cascinelle, espèce nummulitique de Nice.
- Pentacrinus Gastaldii*. — Lerma, espèce miocène de la colline de Turin.
- Echinolampas Laurillardii*, Agass. — Cascinelle, espèce miocène, et colline de Turin.
- Clypeaster Laganoïdes*. — Cascinelle, espèce nummulitique.
- Flabellum costatum*, Bell. — Cascinelle, Lerma, espèce nummulitique de Nice.
- Astræa lobato-rotundata*, Mich. — Cascinelle, Lerma, espèce nummulitique de Nice.
- *astroites*, Mich. — Cascinelle, Lerma, espèce miocène de Turin, Bordeaux.
- *Rochettiana*?, Mich. — Cascinelle, Lerma.
- *Agariciti propinqua*?, Goldf. — Cascinelle, Lerma.
- Oculina rosea*?, Michelotti. — Cascinelle.
- Madrepora glabra*, Michelin. — Cascinelle.
- Lunulites androsaces*. — Allioni, Cascinelle, espèce miocène de Turin.

Ces fossiles retrouvés dans les mêmes bancs où se montrent beaucoup de Nummulites qui appartiennent à la *Nummulites intermedia* et à d'autres espèces qui ne sont pas bien déterminables, quoique en trop petit nombre pour qu'on puisse en tirer une déduction bien concluante, laissent cependant déjà entrevoir un mélange considérable de fossiles miocènes au milieu de fossiles éocènes, dans une plus forte proportion que celle qu'on retrouve dans les couches nummulitiques du comté de Nice et des montagnes des Alpes maritimes et des Basses-Alpes, pour qu'on ne soupçonne pas qu'à l'époque du dépôt de la seconde zone nummulitique il n'y ait déjà eu un certain changement, graduel, dans la faune des mers où ce second dépôt nummulitique se formait, changement par lequel, à un certain nombre d'espèces éocènes, viennent s'ajouter d'autres espèces qui, ailleurs, ne se retrouvent que dans des terrains qu'on a, au moins jusqu'ici, classés parmi les miocènes.

Mais ce fait, qui pourrait encore paraître douteux si l'on n'a égard qu'au petit nombre de fossiles que j'ai recueillis moi-même

dans les environs de Cascinelle, acquiert une plus grande probabilité si l'on jette les yeux sur la liste que je vais donner de fossiles retrouvés dans la continuation de cette zone de poudingues et de mollasses vers Carcare Acqui et Millesimo, poudingues et mollasses qu'on ne peut en aucune manière séparer de ceux de Cascinelle et de Lerma, où j'ai retrouvé, ensemble avec les Nummulites, les fossiles que j'ai déjà indiqués ci-dessus.

Je dois la connaissance de ces autres fossiles, en grande partie, à la bonté de M. Eugène Sismonda, qui en a fait la détermination pour le musée de Turin, et qui m'a permis d'insérer cette liste dans la présente note, comme venant à l'appui du doute que j'ai d'abord énoncé, qu'il y eût au moins un mélange, dans une assez forte proportion, d'espèces miocènes et éocènes dans la zone nummulitique du pied des Apennins.

POISSONS.

Carcharodon megalodon, Agass. — Des environs d'Acqui; on le trouve aussi dans les argiles miocènes du Monferrat et de la colline de Turin.

— *polygyrus*, Agass. — Idem., idem.

Oxyrhina De Lori, Agass. — Idem., idem.

Je possède aussi des dents appartenant à cette famille et probablement aux mêmes espèces qui proviennent de Lerma et des couches de mollasse et poudingue de la vallée de la Scrivia.

CÉPHALOPODES.

Nautilus regalis, Sow. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres, nummulitique de Nice.

GASTÉROPODES.

Melania costellata, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres, de Paris, nummulitique de Nice, du Véronais.

Turritella incisa, Brong. — Marnes entre Dego et Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.

— *quadruplicata*, Bast. — Poudingues des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.

— *imbricataria*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Londres, nummulitique de Nice et du Vicentin.

Scalaria decussata, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.

— *crispa*, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris

- Natica sigaretina*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Londres; nummulitique de Nice, du Véronais, etc.
- *crassatina*, Desh. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Solarium simplex*, Bronn. — Marnes des Carcare, espèce miocène des collines de Turin.
- Cypræa inflata*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Londres, nummulitique de Nice et du Vicentin.
- *angystoma*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, nummulitique de Nice.
- Ancillaria obsoleta*, Brocc. — Marnes des Carcare, espèce miocène des collines de Turin.
- *inflata*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Pteroceras radix*, Alex. Brong. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.
- Voluta harpula?*, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.
- *affinis*, Brocc. — Marnes des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.
- *depauperata*, Sow. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres.
- Fusus reticulatus*, Bell. et Mich. — Marnes des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.
- Pleurotoma cataphracta*, Brocc. — Carcare, espèce miocène du Piémont.
- *labiata*, Desh. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.
- *ramosa*, Bast. — Marnes des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.
- Cassidaria striata*, Sow. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres, nummulitique du Vicentin.
- Cerithium margaritaceum*, Brocc. — Marnes entre Dego et Carcare, espèce miocène.
- *plicatum*, Lamk. — Marnes entre Dego et Carcare, espèce éocène.
- *cornu-copiae*, Sow. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Londres et Paris, nummulitique de Nice.
- Dentalium grande*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Belgique, nummulitique de Nice, Bayonne.

ACÉPHALES.

- Teredo Tournalii*, Leym. — Marnes et Poudingues des Carcare.
- Pholadomya Puschii*, Goldf. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- Venus Proserpina*, Alex. Brong. — Poudingues entre Dego et Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.
- *sulcata*, Nyst. — Poudingues des Carcare, espèce miocène.

- Crassatella scutellaria*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Cyclas sirena*, d'Orb. (*Cyrena Brongnartii*, Baster.). — Poudingues du Dego et Carcare, Sassello, espèce nummulitique de Ronca.
- Cardita Arduini*, Alex. Brong. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.
- Arca hyatula*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Pectunculus deletus*, Sow. — Cascinelle, etc., espèce éocène de Londres, Belgique.
- *angusticostatus*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Chama substriata*?, Desh. — Mollasse des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Pecten burdigalensis*?, Lamk. — Macigno, mollasse inférieure au calcaire nummulitique du Ravanasco, bains d'Acqui; espèce miocène de Bordeaux.
- *Thorenti*, d'Archiac. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *arcuatus*, Brocc. — Cascinelle, etc., espèce miocène des collines de Turin.
- Spondylus asperulus*, Munster. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *rarispira*?, Desh. — Poudingues du Dego, espèce éocène de Paris, nummulitique de Nice, Égypte.
- Ostræa orbicularis*, Sow. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *Archiaci*, Bellardi. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *gigantica*, Brander. — Mollasse du vallon Verazza près d'Acqui, espèce éocène de Paris, Londres.

ÉCHINIDES.

- Clypeaster Laganoides*, Agass. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique.
- Echinolampas Laurillardii*, Agass. — Poudingues des Carcare, espèce miocène des collines de Turin.

FORAMINIFÈRES.

- Nummulites intermedia*, d'Archiac. — Roche arénacée de Grogardo, du Dego, etc., espèce de Nice, du Véronais, du Vicentin.

ZOOPHYTES.

- Turbinolia exarata*, Michelin. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique de Nice.

- *prælonga*, Michelotti. — Poudingues des Carcare, espèce miocène de Turin.
- Flabellum costatum*, Bellardi. — Poudingues du Dego, espèce nummulitique de Nice, des Corbières.
- Lobophyllia contorta*, Michelin. — Poudingues du Dego, des Carcare; espèce miocène du Piémont.
- Gemmipora cyathiformis*, Blainv. — Poudingues du Dego, espèce miocène de Dax.
- Anthophyllum detritum*, Michelin. — Poudingues du Dego, espèce miocène des collines de Turin.
- Astræa lobato-rotundata*, Michelin. — Dego, espèce nummulitique du Véronais.
- *astroites*, Blainville. — Poudingues du Dego, espèce miocène de Turin, Bordeaux, etc.
- Meandrina profunda*, Michelin. — Poudingues du Dego, espèce miocène du Piémont.
- Madrepora glabra*, Goldf. — Poudingues du Dego, espèce miocène de Turin.

On a retrouvé aussi, selon M. Eugène Sismonda, quelques traces de *Fucoides Targionii* dans la mollasse supérieure au calcaire nummulitique près Acqui.

Si l'on examine cette seconde note de fossiles, on voit que la proportion entre les fossiles du terrain miocène et ceux du terrain éocène est à peu près la même que dans la première note, d'où l'on peut bien déduire que les terrains des environs de Carcare et du Dego, dont les fossiles ont été examinés par M. Sismonda, sont identiques avec ceux de Cascinelle que je viens de décrire.

Ce fait, au reste, ne pouvait avoir aucun doute pour moi, car le gisement et la constitution minéralogique des deux terrains présentent de frappantes analogies, et l'on ne peut se refuser à croire que les uns ne soient la suite des autres, c'est-à-dire que les terrains de Carcare et du Dego n'appartiennent à la même zone que ceux de Cascinelle et de Lerma, où nous avons signalé des Nummulites mêlées avec un certain nombre de fossiles miocènes et éocènes, et dans une position différente de celle qu'occupe la zone nummulitique plus ancienne, c'est-à-dire celle des Alpes.

Or, ce mélange de fossiles de deux époques différentes, mais cependant assez rapprochées, accompagné de circonstances remarquables de dislocation et de soulèvement dans les couches qui le contiennent, laisse une certaine perplexité dans la détermination des terrains où on l'observe. Car, si l'on s'en tient simplement aux fossiles, on pourrait de préférence regarder ces bancs nummulitiques comme appartenant encore à la partie plus récente du

terrain éocène, auquel appartient la zone nummulitique inférieure aux macignos et aux calcaires à Fucoides, puisqu'il paraît que la proportion des fossiles est un peu plus forte en faveur du terrain éocène que du terrain miocène, tandis que si, au contraire, on tient compte des accidents du sol, des soulèvements et des changements minéralogiques, on sera de préférence porté à regarder cette seconde zone nummulitique du pied des Apennins comme faisant partie du terrain miocène, dont elle occuperait la partie inférieure, puisque ses couches passent supérieurement et sans interruption aux couches bien déterminées du terrain miocène dont elles contiennent déjà un grand nombre de fossiles, tandis qu'elles sont séparées par de fortes dislocations des couches du terrain éocène bien caractérisé, c'est-à-dire des couches du macigno et du calcaire à Fucoides, qui reposent en gisement concordant sur la zone nummulitique plus ancienne, c'est-à-dire sur celle des Alpes et du comté de Nice qu'on rapporte à présent au terrain éocène.

Dans le doute à quelle opinion on doive donner la préférence, quoique je sois disposé à adopter plutôt la seconde, je m'abstiendrai de me prononcer décidément sur cette question. Je dirai seulement que, dans l'Apennin Ligurien, il y a eu vers la fin de l'époque éocène de grands mouvements de dislocation accompagnés d'éruptions serpentineuses, que ces mouvements n'ont pas détruit cependant totalement la faune précédente, puisque les couches, déposées très probablement après ces révolutions, contiennent encore beaucoup de fossiles de l'époque précédente, et que seulement cette faune s'est modifiée peut-être par la disparition de quelques espèces, mais plus encore par la survenance de nouveaux êtres qui, peu à peu, ont pris le dessus et sont venus former la faune du terrain miocène, dont les couches ne sont séparées de celles de la seconde zone nummulitique par aucune dislocation et par aucun gisement discordant, comme elles ne sont successivement distinctes des couches du terrain pliocène que par une différence d'inclinaison qui s'approche graduellement de l'horizontalité dans le terrain pliocène, et par de nouveaux animaux survenus, de manière qu'on pourrait dire que dans les terrains du pied des Apennins on passe d'une faune mélangée des terrains éocène et miocène à celle de ce dernier terrain, comme on passe ensuite de celle-ci à celle du terrain pliocène par un mélange de fossiles appartenant à l'une et à l'autre, sans qu'on puisse remarquer de fortes dislocations dans les couches qui les contiennent, tandis qu'au contraire de bien forts bouleversements

doivent s'être interposés entre le dépôt des couches du calcaire à Fucoïdes et celui de la seconde zone nummulitique du pied de l'Apennin, où l'on observe ce mélange assez remarquable de fossiles éocènes et miocènes.

M. Coquand présente la communication suivante :

Mon intention n'est pas d'engager de nouveau la discussion sur la place qu'occupent les sables et les argiles ferrifères dans la série des terrains tertiaires sur le plateau central, et notamment dans les départements qui font partie de l'ancienne Aquitaine, et dans ceux de la Charente, du Lot, de l'Aveyron et du Tarn. On sait que je faisais *tertiaires pliocènes*, les fers géodiques d'Eibot, de Fermel, et les fers pisolitiques de la Charente, tandis que M. Raulin les considérait comme étant *éocènes*.

J'ai eu l'occasion de retourner l'année dernière dans la Charente, dans le Lot, l'Aveyron et le Tarn, et d'étudier la question avec d'autant plus de soin que mon opinion était en désaccord avec celle de mon savant collègue. J'ai dû persister dans mon premier sentiment qu'ont corroboré encore les deux nouveaux faits suivants.

Entre Parcon et Médillac (Charente), on a exploité sur une très grande échelle les sables tertiaires pour le service du chemin de fer. On y a découvert une fort belle défense et des fragments de molaires d'un *Mastodonte*, que j'ai comparées aux molaires trouvées dans les minerais de fer en grains d'Autrey et de Pesmes (Haute-Saône), et que j'ai trouvées identiques. Ces ossements appartiennent donc au *M. Borsoni* qui est de date pliocène. Or M. Raulin reconnaît aux argiles ferrifères de la Haute-Saône la même position qu'occupent les sables de la vallée d'Arno qui renferment le *M. Borsoni* ; il les fait subapennines. C'est qu'effectivement à la Vaivre, près de Sevreux, entre la Saône et le Doubs, on voit très clairement les minerais en grains combler des poches, et se modeler sur le calcaire miocène à Planorbes et à Lymnées, qui avait éprouvé des dégradations profondes avant l'invasion des lacs pliocènes. La coexistence du même *Mastodonte* dans la Charente, dans la Franche-Comté et en Italie, implique la contemporanéité des dépôts qui en contiennent les débris. Dans tous les cas, M. Raulin ne me paraît plus autorisé à considérer les sables ferrugineux superficiels des Deux-Charentes comme éocènes. A notre avis, ils ne peuvent être séparés des dépôts sablo-ferrugi-

neux de Saint-Saturnin-des-Bois, près de Surgères, de Mazeray et de Saint-Denis (Charente-Inférieure), que M. Mauès regarde avec raison comme pliocènes. On a exploité des minerais en grains dans la première de ces localités. M. Raulin, au surplus, est du même sentiment que M. Manès relativement à l'âge du gisement de Saint-Denis, puisque le fer hydraté y repose sur un falun qu'il rapporte lui-même au falun de Gallet qui est subapennin. Il était surabondamment démontré à mes yeux que, dans le département de la Charente, les dépôts sablo-ferrugineux forment un tout indivisible, presque continu, qu'ils ne sont jamais recouverts, et qu'ils ne doivent pas être assimilés aux minerais en grains de la Franche-Comté. Nos conclusions ont été confirmées l'année dernière par la découverte du *Mastodon Borsoni*.

Dans le département du Tarn et sur la bande contiguë de celui de l'Aveyron, notamment entre Castres, Carmeaux et Alby, des argiles rouges, sur l'âge desquelles je n'ai point à me prononcer, supportent des calcaires lacustres blancs avec Lymnées et Planorbes, qui sont miocènes. Ces argiles, près de Privezac (Aveyron), contiennent quelques grains de fer pisolitique; elles se montrent sur d'autres points à Peyremale, près de Tournhac, sur les bords du Lot où elles reposent directement sur le granite. Au-dessus de Tournhac, en se dirigeant sur Asprières, on retrouve le calcaire blanc lacustre à Lymnées supérieur aux argiles, et qui est si bien développé entre Carmeaux et Alby. Or ce calcaire miocène est recouvert en discordance de stratification par des grès et des sables riches en fer géodique, pisolitique et en hématites rayonnées. Ainsi qu'on le remarque dans la Haute-Saône et dans la Côte-d'Or, le calcaire était dénudé et raviné antérieurement aux dépôts ferrifères, car les fissures, les cavités dont il est traversé sont entièrement remplies par ces derniers. Ces dépôts superficiels, à couleur rouge, qu'il ne faut pas confondre avec les argiles de nuance amarante, mais inférieures aux calcaires miocènes, se lient par des jalons très rapprochés aux gisements de Montbrun, de Salvagnac, de Saint-Cirq, de Solliès, de Catus, de Duravel et de Libos que j'avais précédemment décrits, qui présentent les mêmes variétés de minerais de fer, et dont la position est la même qu'à Asprodres; ils sont donc pliocènes.

J'ignore si les argiles rouges inférieures au calcaire lacustre, et qui, à Privezac et à Campolibat, contiennent du fer hydraté pisolitique, renferment ailleurs des amas exploitables de cette substance, ce qui pourrait très bien se vérifier. Dans ce cas, il ne faudrait pas moins les distinguer des dépôts superficiels à *Mastodon*

Borsoni, de la même manière qu'on n'a jamais confondu les minerais liasiques de la Verpillière et de Villeboise avec les minerais de l'oolite inférieure d'Ougney (Doubs), ou avec les minerais oxfordiens de Châtillon-sur-Seine.

Séance du 16 avril 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le docteur LEROY DESBARRES, à Saint-Denis (Seine), présenté par MM. le docteur Haguette et Angelot.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants* ; mars 1855.

De la part de M. J. Fournet, *Des terrains houillers* (suite); in-8, feuell. 13-19.— *Appendice aux aperçus concernant l'extension des terrains houillers de la France* ; in-8, feuell. 1-7.

De la part de M. Henri Lecoq, *Etudes sur la géographie botanique de l'Europe, et, en particulier, sur la végétation du plateau central de la France* ; t. II et III ; in-8. Paris, 1854 ; chez J.-B. Baillièrè.

De la part de Sir Charles Lyell, *A Manual of elementary geology* ; in-8, 655 p., 5^e édit. Londres, 1855 ; chez John Murray.

De la part de M. Meugy, *Sur les caractères des terrains de craie dans les départements du Nord, de l'Aisne et des Ardennes* (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France* ; 2^e sér., t. XII, p. 54) ; in-8, 13 p.

De la part de M. Constant Prévost :

1^o *Physique du globe. Synchronisme de divers états météo-*

rologiques observés à la surface de la France dans un moment donné (Extr. de l'Institut; 1855, n° 1110); in-8, 4 p.

2° *Annnonce de la découverte d'un Oiseau fossile de taille gigantesque, trouvé à la partie inférieure de l'argile plastique des terrains parisiens* (Extr. des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XL, séance du 12 mars 1855); in-4, 10 p.

3° *Nouveaux documents sur le gisement du Gastornis parisiensis, et considérations générales sur les vestiges laissés par des oiseaux dans les terrains des divers âges* (Extr. des mêmes Comptes rendus, t. XL, séance du 19 mars 1855); in-4, 4 p.

4° *Remarques à l'occasion du procès-verbal de la séance du 19 mars 1855* (Extr. des mêmes Comptes rendus, t. XL, séance du 26 mars 1855); in-4, 3 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1855, 1^{er} semestre, t. XL, nos 14 et 15.

Annales des mines, 5^e sér., t. V, 3^e et 4^e livrais. de 1854.

Annuaire de la Société météorologique de France; t. III, 1855, 2^e partie. Bulletin des séances, f. 1-5.

L'Institut; 1855, nos 1109 et 1110.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube; t. V, 2^e série, nos 31 et 32, 3^e et 4^e trimestres de 1854.

Précis analytiques des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, pendant l'année 1853-1854.

Report of the twenty-third meeting of the british association for the advancement of science, held at Hall in september 1854; in-8, 212-143 p., 3 pl. London, 1854; chez John Murray.

The Athenæum; 1855, nos 1432 et 1433.

Revista minera; 1855, n° 117.

The American journal of science and arts, by Silliman; vol. XIX, march 1855, n° 56.

M. le Président propose au nom du Conseil, qu'une séance supplémentaire ait lieu le 23 avril, quatrième lundi du mois. Cette proposition est adoptée.

M. le Président propose au nom du Conseil que la Société géologique tienne sa session extraordinaire de cette année dans une localité des environs de Paris, du 2 au 9 septembre. M. le Président invite les membres à préparer les observations qu'ils pourraient avoir à faire sur ce sujet.

M. le Président annonce le perte de deux des membres les plus illustres de la Société: M. Greenough et M. de La Bèche. Il rappelle, en quelques mots, les titres que ces naturalistes célèbres avaient justement conquis à l'estime de tous les géologues.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Lassaigne, ex-professeur de chimie à l'École impériale d'Alfort.

Paris, 16 avril 1855.

Monsieur le Président,

J'ai été curieux de vérifier jusqu'à quel point était exact et pratique le procédé récemment proposé par M. Delanoüe pour l'essai des calcaires; et j'ai l'honneur de vous faire part des résultats que j'ai obtenus, présument que cela peut vous intéresser.

J'ai employé, non l'eau régale que l'on indique, mais l'acide nitrique étendu d'eau, qui m'a réussi tout aussi bien.

J'ai dissous dans un tube un gramme seulement de la roche pulvérisée. J'ai saturé avec un excès du même calcaire en poudre fine, en faisant bouillir à la flamme d'une bougie. J'ai filtré, et je me suis assuré qu'il ne restait plus dans la liqueur ni fer ni alumine. Un excès d'eau de chaux a séparé alors toute la magnésie en flocons blancs. Ce précipité devenait brunâtre par l'agitation ou par un repos de quelques heures, lorsqu'il contenait du manganèse.

C'est ainsi que j'ai obtenu les estimations *très approximatives* qui suivent :

Désignation des roches.	Magnésie.	Manganèse.
Stalactites de Sainte-Catherine (Rouen).	traces	0,00
Marbre blanc statuaire.	millièmes	0,00
Castine A (calcaire lithographique). . .	0,01 à 0,02	0,00
Dépôt de l'eau du canal de l'Ourcq. . .	millièmes	0,00
Castine B, brunâtre, ferrugineuse. . . .	millième	0,01
Calcaire de Saint-Berain, étiqueté <i>dolomitic caverneuse</i> dans un cabinet de minéralogie.	0,02 à 0,04	0,00

J'ai séparé le manganèse de la castine B, pour vérifier aussi l'évaluation que j'en avais faite à simple vue. J'ai remarqué que la présence de la magnésie retardait la coloration du manganèse.

Si je ne craignais pas de compliquer l'opération, je proposerais, dans ce cas, de consacrer la moitié de la liqueur à la précipitation à part du manganèse au moyen de quelques gouttes de cyanure jaune ou de sulfhydrate ammonique.

Le procédé en question n'indique point la présence des phosphates, et il n'apprend rien de bien nouveau aux chimistes ; mais il peut être utile aux géologues pour leur faire reconnaître de suite, et bien positivement, si une roche contient point, peu ou beaucoup de magnésie et de manganèse. Il n'exige que quelques minutes, et sa simplicité le met à la portée des personnes les moins exercées aux manipulations chimiques.

M. Laugel présente la note suivante :

Extrait d'un Rapport de M. Charles Lyell sur la partie géologique de l'Exposition de New-York, en 1853, par M. A. Laugel.

Géologie générale des États-Unis.

De l'extrémité nord-est des États-Unis et dans la direction du sud-ouest, jusque vers le golfe du Mexique, s'étend comme une ceinture une contrée haute et montagneuse, plus ou moins fracturée; qui s'élève parfois à plus de 6000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Sur toute sa longueur elle présente les traces évidentes d'un soulèvement qui s'est opéré parallèlement à la direction que suit la chaîne. Cette région occupe à peu près toute la surface de la Nouvelle-Angleterre, et ses découpures présentent d'excellents abris aux vaisseaux tout le long des côtes. La chaîne traverse l'État de New-York sous le nom de *high lands*, et s'écarte graduellement de la côte en avançant vers le sud, et en laissant ainsi une ceinture de formations plus récentes de plus en plus large entre son versant et l'Atlantique. Les États-Unis sont limités au nord par le cours du Saint-Laurent et les grands lacs ; mais nous n'avons qu'à dépasser un peu cette limite pour rencontrer une chaîne de montagnes qui court parallèlement au Saint-Laurent, jusqu'au lieu où il prend sa source dans le lac Ontario; elle se dirige ensuite vers l'ouest, et, pénétrant en quelques endroits au delà des limites géographiques de l'Union, s'étend, sauf de rares inter-

ruptions, jusqu'aux Montagnes-Rocheuses. Cette dernière chaîne a une direction générale vers le sud, et atteint les limites méridionales des États-Unis vers le 105° degré de longitude. Le grand bassin ou plutôt la plaine qui est entourée par ces rangées de montagnes, et qui s'ouvre au sud sur le golfe du Mexique, est, sauf de rares exceptions, occupé par des couches stratifiées qui n'ont subi aucun dérangement et qui ne présentent, dans leur longue étendue, que de légères déviations de leur position primitivement horizontale. A l'ouest de la grande chaîne de l'est ou chaîne appalachienne, nous trouvons une vaste étendue de formations anciennes, depuis les terrains primitifs jusqu'au terrain carbonifère. Ces formations s'étendent, dans leur plus grande largeur, de la vallée de l'Hudson jusqu'au delà des *Council Bluffs* sur le Missouri, ce qui répond à 22° de longitude. Plus au midi, leur largeur est considérablement réduite, et elles se terminent par une ligne continue au nord de l'État d'Alabama. Du nord au sud, elles s'étendent sans interruption sur près de 15° de latitude, soit, depuis le bord méridional du lac Supérieur, latitude 47° 50' à la latitude 33°. En ne tenant pas compte de petits lambeaux qui ne se rattachent pas directement à cette grande plaine, on voit quelle immense étendue est remplie, aux États-Unis, par les formations paléozoïques. Dans ce vaste territoire, il ne sera pas superflu de remarquer que près de la moitié de l'espace total est occupée par les couches de houille de la période carbonifère.

Le terrain crétacé et les terrains tertiaires bordent le versant oriental de la chaîne appalachienne, et forment une large ceinture, ou plutôt un plateau, le long de la côte de l'Atlantique et du golfe du Mexique. Ces formations pénètrent dans le Texas, puis, se dirigeant vers le nord, forment une vaste zone entre la limite occidentale des formations paléozoïques et les Montagnes-Rocheuses.

On voit quelle simplicité présentent les traits généraux de cette vaste contrée, dont la description détaillée exigerait néanmoins des volumes.

Au milieu de la formation crétacée du Texas s'élève une montagne isolée, formée par des roches primitives ou métamorphiques, entourée par des roches de l'âge paléozoïque (voyez Rœmer, *Terrain crétacé du Texas*). On trouve dans l'Arkansas une bande étendue qui présente les mêmes caractères, près de la jonction des terrains paléozoïques et crétacés; et le Missouri nous offre de même, au milieu des couches siluriennes et carbonifères, des montagnes de roches anciennes métamorphiques.

Les limites que nous venons de tracer et la nature des formations géologiques qu'elles embrassent peuvent servir à déterminer les ressources que présentent les divers États, soit à l'agriculture, soit à l'industrie minérale.

Quand on considère la barrière montagneuse qui borde vers l'est la grande plaine centrale et occidentale, il ne faut point s'imaginer qu'on ne puisse y parvenir qu'à l'aide de routes difficiles, ni que la contrée qui s'étend à l'ouest présente une surface dont la monotonie n'est jamais interrompue. Presque toute la frontière septentrionale est occupée par une suite de grands lacs, où les plus grands bateaux à vapeurs et vaisseaux peuvent naviguer, et qui présentent, seulement dans les États-Unis, une ligne de côtes de près de 3000 milles de longueur (sans parler de plus petites baies et de petites rivières qui communiquent avec eux). La jonction établie avec ces lacs et avec l'Atlantique rend les relations entre la côte et les contrées éloignées de l'intérieur aussi faciles qu'entre des villes maritimes qui seraient situées à la même distance. Les portions occidentales et centrales de cette grande surface sont traversées par des rivières navigables, dont les larges embouchures au sud, sur le golfe du Mexique, semblent appeler à elles le commerce et la navigation. Au N.-E. les bassins de ces rivières sont reliés par des canaux à ceux des grands lacs, et de nombreux chemins de fer traversent tout le territoire à l'est du Mississippi, et doivent s'étendre bientôt jusqu'aux Montagnes-Rocheuses.

On concevra aisément que, si l'on veut se rendre compte des ressources industrielles d'un pays si étendu et si nouveau, on acquerra une idée plus juste de sa richesse en étudiant ses principaux caractères physiques et géologiques, qu'en examinant dans une exposition des collections de roches et de minerais.

On peut énumérer dans l'ordre suivant les formations géologiques des États-Unis, en omettant, bien entendu, les subdivisions dont on trouvera le détail dans les rapports géologiques des divers États.

Alluvions et drift.

Terrains tertiaires.

Terrain crétacé.

Terrain jurassique.

New red sandstone (trias?).

Couches de houille.

Calcaire carbonifère et autres couches inférieures à la houille.

Old red sandstone ou terrain dévonien.

Silurien supérieur.

Silurien inférieur.

Roches cristallines ou métamorphiques de la chaîne appalachienne, appartenant à la période paléozoïque.

Roches anciennes, métamorphiques ou cristallines.

Roches trappéennes.

Alluvions et drift.

Les dépôts superficiels qu'on rapporte au drift sont distribués sur presque toute l'étendue des États-Unis. Ils sont ordinairement caractérisés par la présence de grands blocs erratiques ; mais, dans beaucoup de cas, ils manquent ou restent invisibles, sur de larges étendues où la contrée est recouverte par une puissante couche de matériaux remaniés par les eaux. Dans les régions montagneuses le dépôt superficiel, reposant près des roches anciennes, ne présente aucune stratification, et des fragments de toute dimension, plus ou moins usés, sont confusément assemblés, tandis que, dans une grande partie de la vaste plaine qui s'étend à l'ouest des Alleghanys, le dépôt est stratifié plus ou moins régulièrement, et il s'y est opéré une sorte de séparation entre les éléments.

Partout des matériaux de transport couvrent la surface des roches anciennes sous-jacentes. Dans toutes les localités les formations anciennes présentent les traces évidentes d'une puissante action érosive, et dans le nord des États-Unis où les blocs erratiques sont abondants, comme dans le sud où les matériaux sont moins volumineux, les résultats sont d'une nature semblable et semblent devoir être rapportés à l'action d'un agent commun.

En règle générale, dans les États du nord et du centre de l'Union, le caractère de ce drift dépend de la nature des couches immédiatement sous-jacentes, ou situées plus au N. à une petite distance. Bien que des blocs erratiques provenant des montagnes du nord puissent être observés à 100 ou 200 milles de leur origine, on ne peut néanmoins supposer qu'une proportion considérable de la masse superficielle ait subi un transport aussi considérable. Ce n'est que le long de quelques vallées ou thalwegs que de grandes quantités de matériaux usés par les eaux ont été transportés vers le sud. La surface qu'ils occupent est petite, quand on la compare à celle qui est recouverte par des matériaux qui sont en relation avec des roches très voisines. Ce dépôt superficiel, quand il n'a pas été dérangé et qu'il repose sur les roches anciennes qui en ont fourni les éléments, contient ordinairement une grande quantité de matériaux grossiers ; des changements ultérieurs, produits par des courants plus ou moins violents, ont modifié leur

conditions primitives, séparé les éléments et opéré parmi eux une stratification régulière.

Durant une période encore plus récente, des eaux ont séjourné dans les petites dépressions de la formation ; une riche végétation a pris naissance, et les débris de sa décomposition ont été conservés dans des marécages avec des os d'animaux, des coquilles et autres débris fossiles. Les eaux marines ont aussi envahi la formation et déposé du sable, de l'argile et des débris organiques qui se sont mélangés avec les matériaux accumulés du drift.

Formations tertiaires.

Les formations tertiaires proprement dites consistent en couches marines, littorales et lacustres, argiles de toute espèce, lits calcaires et arénacés, et mélanges divers des matériaux précédents. Ces couches, qui contiennent des débris nombreux de coquilles, de polypiers, etc., de plantes et d'animaux terrestres, et de coquilles d'eau douce, sont très développées aux États-Unis. Elles commencent à l'extrémité N.-E. du Maine, en y comprenant le dépôt de la vallée du lac Champlain et du Saint-Laurent ; elles s'étendent ensuite au S.-O. et prennent leurs caractères les mieux définis dans le New-York, puis, se prolongeant au S. et au S.-O., occupent la zone qui s'étend entre l'Atlantique et le pied des montagnes. Les mêmes formations continuent à se développer au S. et à l'O., et, s'infléchissant au pied méridional des Highlands, s'étendent au loin sur la partie sud de la Géorgie, de l'Alabama, du Mississippi, et sur une grande étendue de la Louisiane et du Texas, tout le long du golfe du Mexique. Au nord du Texas, les formations tertiaires suivent la base des Montagnes-Rocheuses, et forment une large ceinture, bordée des deux côtés par le terrain crétacé. Les dépôts tertiaires atteignent même les sources du Missouri et se perdent dans les interminables prairies connues sous le nom des *Mauvaises Terres*.

A l'O. des Montagnes-Rocheuses, entre cette région et la Sierra Nevada, le capitaine Fremont et le capitaine Stransbury ont trouvé des fossiles tertiaires dans des localités très éloignées, ce qui permet de croire que cette formation est largement développée dans cette partie du continent.

Les dépôts tertiaires sont également très étendus sur les côtes occidentales, ainsi que Dana et d'autres nous l'ont appris (voyez *Exploration des États-Unis, Géologie*, par T.-D. Dana), mais on n'y a pas encore étudié la formation avec détail.

Terrain crétacé.

Le terrain crétacé, dans la partie occidentale des Etats-Unis, apparaît d'abord dans l'État de New-Jersey, où on l'a reconnu depuis longtemps et où les fossiles les plus caractéristiques de la craie ont été découverts par M. Morton. Il occupe une large étendue dans le New-Jersey et dans le Delaware ; en suivant les sinuosités du terrain tertiaire, il apparaît à divers intervalles dans la Virginie, la Caroline du Nord et du Sud, où les dénudations du terrain tertiaire l'ont mis au jour. Il traverse ensuite le nord de la Géorgie, le centre de l'Alabama, le Mississippi, et se dirige vers le nord, le long des roches paléozoïques, jusqu'au point où l'Ohio entre dans l'État d'Illinois ; de là il s'étend à l'ouest du Mississippi en suivant la direction des couches paléozoïques, traverse l'Arkansas, et prend une grande largeur dans le Texas. Dans leur étendue totale, les dépôts crétacés occupent, du N. au S., plus de 22 degrés, depuis le tropique du Cancer jusqu'au 48° degré de latitude N.

Terrain jurassique.

Les formations qui appartiennent à ce terrain et qui ont été reconnues jusqu'ici forment une ceinture de 10 à 12 milles de largeur et de 50 milles de longueur, à l'O. de Richmond (Virginie), et peuvent être comprises sous le nom de bassin de Chesterfield. Le bassin de la Rivière-Profonde, dans la Caroline du Nord, est d'une nature semblable et s'étend, sauf quelques interruptions, presque à travers tout cet État. Ces deux bassins doivent être considérés comme les parties séparées d'une seule et même formation (1). C'est là jusqu'aujourd'hui le seul groupe géologique que l'étude des fossiles ait autorisé à ranger avec certitude dans le terrain jurassique aux États-Unis.

Cette formation repose sur le gneiss ou le granite, et les poudingues et grès de la série ont été formés par les matériaux cimentés de ces roches anciennes. Plus haut, la roche prend les caractères d'un schiste micacé, qui, dans ses portions supérieures, devient très argileux.

(1) La question de l'âge de la ceinture non interrompue qui s'étend à l'O. et suit la formation de New-Jersey et celle des terrains de la vallée du Connecticut ne sont pas encore résolues.

Nouveau grès rouge, schistes et conglomérats.

Les conglomérats, grès et dépôts schisteux si bien connus, de la vallée du Connecticut, dans le Massachusetts et le Connecticut, et le long de la vallée de l'Hudson et qui traversent le New-Jersey, la Pennsylvanie, la Virginie et la Caroline du Nord, ont été ordinairement rapportés au nouveau grès rouge ou à la période du trias. Dans les deux États que nous venons de mentionner, les dépôts que nous considérons reposent dans des dépressions ou bassins isolés à l'O. de ceux que nous avons décrits, et en diffèrent par des caractères plutôt négatifs que positifs.

Cette formation a une grande largeur dans le New-Jersey et la Pennsylvanie, et diminue graduellement vers le S.-O. ; elle ne forme plus, dans le Maryland et le nord de la Virginie, qu'une zone étroite, dont la continuité est interrompue dans ce dernier État. Ces bassins isolés sont rangés sur la même ligne que cette ceinture, et n'en sont, sans aucun doute, que des prolongements.

Dans la vallée du Connecticut, on trouve cette formation sur une longueur de 100 milles et une largeur de 19 à 20 milles. C'est dans cette vallée qu'elle a été étudiée avec le plus de soin et qu'on a trouvé la plus grande partie des fossiles les plus caractéristiques. Les restes organiques consistent en plantes fossiles du genre *Voltzia* et autres, en nombreux poissons fossiles ; on y trouve aussi des empreintes de pas, dont la plupart paraissent devoir être rapportés à des oiseaux, et quelques-uns à des quadrupèdes.

Terrain houiller.

La série de dépôts sédimentaires qui constitue ce qu'on nomme généralement le terrain houiller, présente, aux États-Unis, les mêmes caractères qu'en Europe. A la base, on trouve ordinairement un grès grossier ou conglomérat, à cailloux de quartz. En quelques parties cette roche manque et ce sont des couches schisteuses avec charbon qui reposent sur le calcaire inférieur. Les couches suivantes consistent en grès à grain plus ou moins fin, parfois en conglomérats ou grès d'une nature analogue, calcaire, houille, argiles réfractaires. L'épaisseur énorme de cette formation en quelques points est réellement étonnante, et l'on demeure confondu en songeant aux changements qui ont été nécessaires pour produire la succession de couches d'une nature si distincte et d'une pareille puissance.

La grande formation carbonifère des États-Unis constitue l'un de ces traits géologiques les plus frappants, en même temps qu'elle se rattache aux conditions économiques de l'ordre le plus important. La région carbonifère de l'E. des Alleghanys se prolonge depuis la limite extrême N. de la Pennsylvanie jusqu'au centre de l'Alabama ; sa longueur est de plus de 750 milles, et sa largeur maximum dépasse 180 milles, sans compter les bassins anthraciteux qui forment des îlots le long du bord oriental de cette vaste surface, évaluée par M. H.-D. Rogers à près de 63000 milles carrés.

Le grand district occidental, ou, comme on l'appelle généralement, le district de l'Illinois, occupe la plus grande partie de l'État de l'Illinois, ainsi qu'une portion de l'Indiana et du Kentucky. Les derniers travaux du docteur D.-D. Owen ont fait voir qu'il s'étend plus loin dans l'Iowa et le Missouri qu'on ne l'avait supposé auparavant.

Il est vrai que sa partie située à l'O. du Mississippi n'est pas seulement séparée de la partie orientale ou district de l'Illinois par le cours du fleuve ; celui-ci, en effet, coule le long d'une douce ligne anticlinale, dont l'élévation a contribué à séparer les deux portions de la région carbonifère de l'ouest.

Cette portion, située dans l'Iowa et le Missouri, occupe un espace dont la partie qui est à l'E. du Mississippi n'égale que les deux tiers. Suivant l'opinion de M. Hall et d'autres géologues marquants, ce district houiller s'étend beaucoup plus loin vers le S.-O. que les limites aujourd'hui encore restreintes des explorations géologiques faites avec soin, bien qu'il ne dépasse point sans doute la parallèle des régions siluriennes et métamorphiques qu'on rencontre au S. du Missouri.

Sa plus grande étendue du S.-E. au N.-O. ou des sources de la Rivière-Verte, en Kentucky, à sa limite N. sur la rivière des Moines, dans l'Iowa, est de plus de 550 milles ; sa largeur maximum à travers l'Illinois et le Missouri, dans la direction E.-O., est de plus de 400 milles ; et l'on peut compter 300 milles depuis sa limite septentrionale dans l'Iowa à ses limites actuelles méridionales sur la Rivière-Osage. Cette région de l'ouest, en y comprenant les deux côtés du Mississippi, a donc une plus grande superficie que celle qui est située à l'E. de la chaîne appalachienne. La portion seule qui est à l'E. du Mississippi est presque aussi grande que cette dernière, et celle qui est à l'O. la dépasse de plus de moitié.

Plus loin, vers le S., on sait qu'il existe un bassin houiller

d'une étendue considérable dans l'Arkansas. Il est probable que dans l'origine il était dans le prolongement de celui de l'Iowa et du Missouri, et qu'il en a été séparé depuis par le soulèvement d'une ceinture de roches métamorphiques; peut-être aussi ces chaînes déjà soulevées formaient-elles une île allongée dans la mer, où se sont déposées les couches de la formation carbonifère. On connaît plus loin encore, au S. et à l'O., d'autres petits bassins, isolés ou en relation avec le bassin principal; on a retrouvé d'ailleurs la grande couche inférieure du calcaire carbonifère dans le Nouveau-Mexique et plus au N., en certains points, le long des Montagnes-Rocheuses. On peut donc en inférer qu'on retrouvera les couches de houille, sinon sur toute l'étendue, au moins par intervalles et dans des bassins isolés de cette vaste surface. En outre, il existe, dans le Michigan, un petit district jusqu'ici improductif, qui ne semble pas tirer aujourd'hui profit de sa position dans une plaine basse. Sa position géographique lui donne cependant de grands avantages: il est situé au-dessus du niveau des eaux navigables du lac Huron, et est plus accessible au mouvement commercial des grands lacs qu'aucun autre bassin houiller. On n'a encore aujourd'hui que trop peu de renseignements précis pour être à même de juger de l'importance que lui prépare l'avenir.

On trouve aussi dans le Rhode-Island et le Massachusetts, sur une petite étendue, des couches de houille qui n'ont subi presque aucune altération (1).

En étudiant la position relative de ces couches et de celles de la Nouvelle-Écosse en connexion avec l'âge et les caractères de la contrée où elles apparaissent, on est conduit à penser que ces portions détachées ont pu autrefois être en liaison avec le district des Alleghany, que celui-ci même ne faisait qu'un avec celui de l'ouest, et qu'ainsi, dans leur condition primitive et avant qu'aucune action perturbatrice ne masquât leur unité, ces formations carbonifères pouvaient avoir reconvert toute la partie des États-Unis qui est située à l'E. des Montagnes-Rocheuses.

Outre l'immense et inépuisable région qui s'étend à l'E. de ces montagnes, des échantillons de houille ont été rencontrés

(1) Les couches de houille peu altérées auxquelles il est fait ici allusion sont celles que l'on exploite aujourd'hui; mais je suis convaincu qu'il existe sur une beaucoup plus grande étendue, dans la Nouvelle-Angleterre, des couches qui ont été plus ou moins métamorphisées.

par le capitaine Stransbury au delà du fort Laramie : on en a trouvé à Bellingham Bay, à Puget's Sound, dans le district de Washington ; mais on ne sait que peu de chose de son âge et des roches qui lui sont associées. Ces derniers échantillons ressemblent tellement aux charbons bitumineux des couches de houille ordinaire, qu'on ne saurait établir entre eux aucune différence, et que nous sommes ainsi fondés à espérer qu'on trouvera sur les côtes occidentales des États-Unis cette source importante de progrès et de richesse nationale.

Calcaire carbonifère.

La grande formation du calcaire carbonifère, inférieure aux couches de houille et qui, dans les districts houillers forme ordinairement le trait le plus apparent de la topographie de la contrée, perd toute son importance et son relief sur les bords de la plus grande partie de la région houillère des Alleghanys. Sur la limite orientale, en Pensylvanie, c'est à peine si l'on peut dire qu'elle existe encore ; et l'on ne peut y rapporter que de minces lits calcaires associés au schiste rouge dont nous parlerons plus loin.

Dans la Virginie, cette formation prend un grand développement et devient très puissante dans le sud de cet État. Dans le Tennessee, et toujours dans la même direction, le calcaire forme une étroite ceinture le long du bord oriental du bassin houiller et se prolonge jusqu'à sa limite méridionale dans l'Alabama. Vers le N., cependant, il disparaît graduellement et se perd complètement vers la rivière de l'Ohio, où n'occupe plus au milieu des grès qu'une place insignifiante.

Dans le district de l'Ouest ou du Mississippi, nous retrouvons la formation beaucoup plus puissante et plus étendue. Le calcaire occupe sur le bord oriental une zone étroite, qui traverse l'Indiana et le Kentucky ; il reparaît sur le côté occidental du bassin ou le long de la vallée du Mississippi ; le lit du fleuve y est creusé à une grande profondeur, sur la longueur de plusieurs milles, et ses bords sont souvent élevés comme des falaises. Le calcaire s'étend avec une largeur variable sur un des côtés du Mississippi, à une petite distance au-dessus de l'Ohio jusqu'au confluent du Rock River, sur une longueur de plus de 300 milles par conséquent, et vient affleurer à l'E. et à l'O. sous les couches de houille. Il paraît, à de nombreux intervalles, le long du Missouri, et partout où on l'a observé jusqu'ici, forme une large ceinture qui entoure toute la division occidentale du terrain houiller. Plus à l'O., il apparaît

au fort Laramie, et forme le dépôt sédimentaire le plus important aux environs du grand lac Salé. On sait aussi qu'il se rencontre dans le Nouveau-Mexique et le Texas, mais ses limites n'y ont pas encore été tracées. Dans le Michigan, on sait peu de chose à l'égard de cette formation : on a seulement trouvé en plusieurs localités, sur le bord occidental du bassin houiller, un calcaire qu'on lui rapporte. La grande variété de caractères que présente ce calcaire dans l'O., jointe à d'autres considérations, a engagé le docteur D.-D. Owen à le séparer en deux étages, l'un inférieur, l'autre supérieur. La puissance totale est de 390 pieds, et l'on peut y observer douze couches, de caractères lithologiques différents.

Sur une vaste région dans l'Ouest, ce groupe de lits calcaires, avec leurs couches de marne ou de grès tendre argileux, et des intercalations marneuses avec lits de calcaire terreux, imprime à la contrée qui s'étend autour du district houiller un caractère de fertilité qu'on ne retrouve plus au même niveau géologique dans le reste des États-Unis. Sur les bords septentrionaux, occidentaux et orientaux du district de l'Est ou des Alleghanys, il existe une zone étroite où l'on ne trouve aucune formation calcaire importante, et il faut chercher les calcaires bien loin des affleurements houillers ou dans les lits qui sont intercalés entre les couches de charbon. L'effet de cette différence géologique apparaît, non-seulement dans les caractères différents des constructions, mais encore dans les conditions agricoles des deux contrées : dans l'une on ne trouve que des prairies aux environs de la houille, tandis que dans l'autre, à la même latitude et dans les mêmes conditions stratigraphiques, le sol, très calcaire, fournit des céréales de première qualité.

Ce ne sont pas seulement les ceintures extrêmes des deux bassins qui présentent un tel contraste : celui qui se manifeste entre leurs parties centrales n'est pas moins frappant. Cette formation calcaire, avec les lits nombreux de nature analogue qui alternent avec les couches de houille elle-même, fréquemment coupée sur toute sa profondeur par le lit des rivières et de profondes vallées, a servi à distribuer les matériaux calcaires avec abondance sur toute la surface de la contrée. C'est par ce motif, peut-être, et aussi par suite de l'accumulation des matériaux provenant de la destruction de couches calcaires des formations inférieures dans les districts du nord, que le bassin de l'ouest, avec ses grandes plaines et ses prairies, présente un aspect si différent de la partie de la contrée qui appartient au bassin de l'est, malgré l'identité de leur position géologique.

Il paraît nécessaire de signaler ici, en même temps que ce calcaire, une formation importante de schiste rouge qui est en relation avec lui, et qui, lorsque le calcaire manque, se trouve directement sous les conglomérats qui accompagnent les couches de houille. Cette formation (n° XI de la carte de la Pennsylvanie) a une épaisseur de 2949 pieds à Pottsville, et s'étend sur une grande largeur sur la limite orientale du bassin houiller dans la Pennsylvanie et la Virginie.

Terrain dévonien.

Le groupe de calcaires, schistes et grès, constituant la division du système paléozoïque qu'aux États-Unis on range généralement dans le terrain dévonien, forme un assemblage hétérogène. Dans l'ordre descendant, la série commence par la formation n° X de la carte de la Pennsylvanie; on la compte actuellement dans le terrain dévonien, bien que sa position dans ce terrain ou le terrain carbonifère soit encore un sujet de débats (1). Nous y ajouterons les schistes et grès des monts Catskill, et les groupes de Chemung et de Portage, ainsi que les grès et lits calcaires du groupe d'Hamilton dans l'État de New-York, ainsi que leur prolongement à l'O., connu sous le nom de schiste noir, et grès de Waverly, ou grès à grain fin de l'Ohio, l'Indiana, l'Iowa, etc. La série entière de ces dépôts repose sur un calcaire qui appartient à la même formation et qui occupe la même étendue qu'eux. Nous allons tracer d'abord les limites et les caractères des couches de la portion supérieure, puis nous décrirons la formation calcaire.

Premier groupe. — La série des couches que nous considérons est beaucoup plus puissante dans la partie orientale des États-Unis, dans l'État de New-York et la Pennsylvanie, que dans l'ouest. Dans la première région, elle forme un dépôt littoral, où les matériaux les plus grossiers se sont accumulés, tandis que vers l'ouest, où les plus ténus ont été transportés, l'accumulation est moins puissante. Pour ce motif, les ressources économiques que la formation peut fournir et son influence sur la topographie et la fertilité du sol varient d'une manière sensible dans ses diverses parties.

Aux points où le développement du groupe est le plus considérable, les lits inférieurs ont été formés par un limon fin impal-

(1) Cette formation de psammites micacés est rangée par M. de Verneuil dans le terrain carbonifère.

pable, et sont suivis par d'autres couches formées par un limon semblable, mais mélangé d'une grande quantité de matière calcaire; et parfois, quand celle-ci diminue, la roche prend un caractère arénaé. On trouve, en montant plus haut, de minces bandes calcaires, mais elles n'apparaissent pas constamment. Elles sont suivies de schistes tendres, ou de grès schistoïdes, puis de lits arénaés, qui, dans le haut, alternent avec des bancs de schiste plus ou moins épais. Viennent après des schistes rouges et verts et des grès dont la texture est parfois plus grossière que celle des dépôts inférieurs, mais qui sont souvent schistoïdes ou alternent avec le schiste. C'est cette formation qui constitue le massif des monts Catskill. Il faut ajouter encore le n° X, qui est un grès grossier ou conglomérat, et parfois une masse schisteuse, avec mélange de conglomérat.

Cette formation peut être considérée comme occupant près de la moitié méridionale de l'État de New-York, depuis la rivière d'Hudson : elle s'étend le long de la limite septentrionale du bassin houiller de Pennsylvanie et forme le bord méridional du lac Érié, depuis les environs de Brussels (New-York), à Cleveland (Ohio). En ce point, elle se recourbe pour former une large ceinture qui borde le bassin sur toute sa limite occidentale, mais qui s'amincit graduellement vers le sud. A l'E., elle suit le bord du bassin houiller des Alleghany, depuis la Pennsylvanie jusqu'à l'Alabama.

Le schiste noir et le grès fin entourent de la même manière le bassin houiller du Michigan et forment autour de lui une vaste zone de plusieurs centaines de pieds d'épaisseur, tout le long du bassin houiller de l'Illinois; ils affleurent partout sous le calcaire carbonifère nettement dessiné : parfois les deux roches semblent néanmoins passer de l'une à l'autre, ou leurs couches extrêmes présentent quelques alternances. Le long de la vallée du Mississippi, ces dépôts affleurent en beaucoup de points sous le calcaire carbonifère, et les grès fins, si répandus à l'O. de ce grand bassin houiller, sont probablement du même âge.

Second groupe. — A la base de toutes ces couches sédimentaires repose une immense formation calcaire, moins importante par sa puissance que par la surface qu'elle occupe et les traces évidentes qui permettent de reconnaître qu'elle formait autrefois un banc corallien continu et non interrompu, sur un espace qui n'a pas moins de 500,000 milles carrés.

Dans les limites des États-Unis, on l'a retrouvée dans sa position primitive dans les États de New-York, de New-Jersey et de Pennsylvanie, d'où elle s'étend ensuite vers l'E. Le trait le plus

apparent qu'elle forme, cependant, s'étend depuis les montagnes d'Helderberg jusqu'à l'Hudson, près Albany, vers l'O., en traversant ainsi tout l'État de New-York. Elle franchit le Niagara aux Roches-Noires, s'étend, à travers le Canada supérieur, le long d'une ligne à peu près parallèle à la côte du lac Érié, et, traversant la partie septentrionale du Michigan, forme la limite occidentale du lac Huron vers le nord, au passage de Mackinac, et forme encore un immense dépôt isolé, qui recouvre l'île de Mackinac et Gross-Cep. Au S.-O. de ces points, elle occupe le lit du lac Michigan; elle a été dénudée avec les couches plus tendres qui lui sont inférieures, et excavée pour recevoir les eaux du lac.

L'axe anticlinal qui s'étend depuis l'ouest du lac Érié, à Cincinnati, à la partie méridionale du Tennesseé, permet de voir ce calcaire qui remplit une large zone des deux côté des couches inférieures qui ont été soulevées. Dans la partie centrale de l'Ohio, il s'étend de Sandusky, au S., à la rivière d'Ohio, et de là au Kentucky. Il est également étendu dans l'est et le sud-est de l'Indiana, atteint l'Ohio aux chutes de Louisville, et, passant ensuite dans le Kentucky, où il occupe une surface considérable, il s'étend dans le Tennesseé en circonscrivant le bord irrégulier de la formation silurienne de cet État.

Après avoir suivi une direction N.-E. dans le nord de l'Indiana, il court parallèlement à la limite septentrionale du bassin houiller de l'Illinois; et, s'étendant au haut du lac Michigan et au delà du Mississippi, il forme en partie le fond de la vallée de la rivière du Cèdre-Rouge dans l'Iowa.

Malgré la remarquable persistance de ce groupe, il n'atteint nulle part une grande épaisseur; sa puissance, dont le maximum est peut-être de 350 pieds, est généralement plus petite que 100 pieds. Dans son prolongement N.-O. dans l'Iowa, le docteur Owen estime qu'il n'a pas plus de 60 ou 70 pieds, et à sa limite S.-O. la plus éloignée, il possède à peine la moitié de cette épaisseur.

Troisième groupe. — Les géologues sont aujourd'hui très disposés, en Amérique, à étendre les limites de la formation dévonienne encore plus bas que le calcaire que nous venons de décrire; ils veulent y rattacher une série de grès et de roches arénacées comprise entre ce calcaire et un autre calcaire appartenant à la formation inférieure (1). Dans l'est de l'État de New-York, on y

(1) M. de Verneuil rapporte de même au terrain dévonien le Caugalli-grit et le grès d'Oriskany.

distingue deux membres différents, le Caudagalli-grit et le grès d'Oriskany. Le premier forme une masse compacte, à grain fin et serré, d'une couleur sombre, et ne contient presque pas de fossiles; le second est un grès grossier, poreux, friable, très riche en débris organiques.

Ces roches atteignent leur limite septentrionale à la montagne d'Helderberg, près de l'Hudson; et dans leur plus grand développement vers l'ouest ne vont pas au delà de 200 milles et présentent de fréquentes interruptions jusqu'à cette distance. Leur puissance totale dans l'État de New-York n'atteint pas 500 pieds. Le membre inférieur de ce groupe est beaucoup plus persistant que le supérieur; il s'étend au S. à travers la Pennsylvanie et dans la Virginie, et acquiert dans cette direction dans le premier de ces États, suivant le professeur H.-D. Rogers, une épaisseur de 700 pieds.

Terrain silurien supérieur.

Les formations qui, aux États-Unis, peuvent être comprises dans la partie supérieure du système silurien, consistent en calcaire, connu, dans l'État de New-York, sous le nom de groupe calcaire inférieur du Helderberg, qui renferme, en allant de haut en bas, les membres suivants: calcaire à Encrines, schiste calcaire à Deltthyris, calcaire à Pentamères, calcaire d'eau douce. Vient ensuite le groupe salin d'Onondaga (New-York), et le groupe calcaire du Niagara, qui est compris dans le n° VI de la carte de la Pennsylvanie. On trouve encore plus bas une série de schistes, de grès, de conglomérats et de lits calcaires, constituant le groupe de Clinton (New-York); et le tout se termine par le grès de Médina. Ces deux dernières formations répondent au n° V de la carte de la Pennsylvanie.

Les différents membres ou groupes de la série ont une distribution géographique différente et méritent d'être traités part.

Groupe A. — Les calcaires inférieurs d'Helderberg ont leur plus grand développement dans les montagnes d'Helderberg, près de l'Hudson, et dans le New-Jersey, la Pennsylvanie et la Virginie. Leur puissance en Pennsylvanie est évaluée à 900 pieds, et est quatre fois plus grande que dans l'État de New-York. Dans la direction S.-O., et parallèlement à la chaîne appalachienne, ce groupe semble avoir la même étendue que les autres membres des formations paléozoïques. Cependant nous le voyons s'amincir dans la direction de l'O.; et, à l'exception des membres inférieurs, on

ne le connaît plus à 100 milles à l'O. de l'Hudson. Le membre inférieur ou calcaire d'eau douce s'étend jusqu'aux limites occidentales de l'État.

Groupe B. — Le second groupe ou groupe salifère d'Onondaga a une plus vaste étendue; il traverse entièrement de l'E. à l'O. l'État de New-York, et entre ensuite dans le Canada occidental, où il est souvent masqué par des dépôts superficiels. Il court au N.-O. vers le lac Huron, dont le lit est pratiqué dans une de ses dénudations, et apparaît de nouveau à la base de l'île Mackinac et de Gross Cep, dans le Michigan.

Il se dirige ensuite de nouveau dans la direction du lac Michigan, où il a été raviné ainsi que le calcaire qui lui est supérieur (1). Dans le nord de l'Ohio, à l'O. de la ville de Sandusky, et le long de la rivière du même nom, il prend une certaine importance; mais dans le sud de cet État et dans le sud-est de celui d'Indiana, où on le retrouve encore en beaucoup de points, son épaisseur devient insignifiante.

Le membre le plus persistant de cette partie du système silurien est le groupe du Niagara, qui consiste en schiste et calcaire ou en calcaire seulement, et est bien connu pour former la cataracte du Niagara. Bien que ce groupe soit extrêmement mince, et qu'on le reconnaisse avec difficulté, sur la limite de la série paléozoïque, il devient très important dans l'ouest de l'État de New-York. Il ne forme dans l'est de cet État qu'un lit mince de peu de conséquence; mais il augmente graduellement d'épaisseur vers l'O. et constitue un des traits les plus apparents de la topographie de la contrée sous forme d'une grande terrasse, ou d'une crête montagneuse, comme on l'appelle, qui s'étend de Rochester, près Lewiston (New-York), Queenstown et Saint-Weit (Canada oriental), à l'entrée du lac Ontario, se dirigeant ensuite vers l'O. Cette formation constitue le pays élevé, nommé Cabot's Head, entre le lac Huron et la baie de Géorgie, et, dans son prolongement, forme en grande partie les îles de Menitouline. De là, vers l'ouest, en passant par le détroit de Mackinac, elle constitue le bord septentrional du lac Michigan et la péninsule qui le sépare de la baie Verte, et, plus loin, la rive occidentale du lac Michigan près de son extrémité méridionale. Elle occupe, encore plus à l'ouest, les régions élevées du sud du Wisconsin et du nord de l'Illinois, et, s'étendant dans

(1) Voyez, sur l'origine et la position relative des vallées des lacs Michigan et Huron, un travail de James Hall dans le *Rapport de Foster et Whitney sur le district du lac Supérieur*.

L'Iowa, remplit une vaste surface entre le Mississippi et la rivière du Cèdre-Rouge.

L'axe anticlinal déjà mentionné, qui s'étend de Nashville au lac Erié, amène au jour ce calcaire dans les îles qui sont près du bord occidental de ce lac; il s'étend ensuite au S.-O., est interrompu par le terrain silurien inférieur, environ à 50 milles au nord de Cincinnati, et s'étend de là sur les deux côtés de l'axe dans les États de Kentucky et de Tennessee; les couches calcaires inférieures qu'on observe aux chutes de l'Ohio se rapportent à cette formation, ainsi que les calcaires fossilifères bien connus du comté de Perry (Tennessee).

Groupe C. — Nous pouvons pour le moment réunir les deux formations suivantes : le groupe de Clinton et le grès de Médina (de la carte de New-York); la série comprendra ainsi des schistes, des grès schisteux, des conglomérats, des couches calcaires, des minerais de fer, et une formation massive de grès rouge tendre à la base. Ce groupe, dans sa totalité, ou représenté par quelques-uns de ses membres, a presque la même étendue que les précédents. Il suit les mêmes contours, affleure sous lui, et sert souvent à supporter la saillie du calcaire supérieur qui forme ainsi une suite de proéminences hardies. Tous les membres du groupe sont bien développés dans la partie centrale de l'État de New-York, qui forme sa limite la plus septentrionale, si nous exceptons quelques parties du Maine, où, d'ailleurs, son étendue est mal connue, et les montagnes Vertes où il est représenté par quelques roches métamorphiques. Depuis le point de son plus grand développement, aux environs d'Oneida, la formation diminue et devient plus calcaire en avançant vers l'O.; et près du Niagara elle ne consiste plus qu'en un lit de schiste et un lit calcaire. Au N.-O., et en traversant le Canada, sa puissance décroît rapidement; elle suit la ligne du calcaire supérieur, et on la trouve dans les îles du lac Huron. On la reconnaît directement sur la côte orientale de la Baie Verte, et aussi dans le Wisconsin, qui est la limite la plus occidentale qu'on puisse lui assigner aujourd'hui. Quelques-uns des lits calcaires de ce groupe, si bien définis dans l'État de New-York, sont, à l'ouest, entièrement confondus avec la chaîne du Niagara. On peut dire la même chose des roches qui bordent le grand axe central, bien qu'ici on puisse à peine reconnaître les couches qui appartiennent au groupe.

Du S.-O. du mont Shawangunk, dans l'État de New-York, ce groupe s'étend à travers le New-Jersey, et dans la Pennsylvanie, où il atteint l'épaisseur énorme de 2000 pieds. Quelques-uns de

ses membres se trouvent encore dans la Virginie et le Tennessee, et atteignent la limite méridionale de la région paléozoïque dans l'Alabama.

La base du terrain silurien supérieur est marquée par un immense dépôt de grès en couches épaisses, d'une structure tantôt fine, tantôt grossière, et de conglomérats puissants, avec lits minces de schistes ou de grès schistoïde. Ces conglomérats contiennent fréquemment des cailloux d'une grande dimension, et souvent les matériaux qui les composent ne sont que peu usés, et les fragments conservent à un degré frappant leur forme angulaire.

Malgré la nature grossière des matériaux dont la roche est ordinairement composée, ils sont cimentés au point de faire naître l'idée qu'une certaine partie de la matière siliceuse pouvait se trouver en dissolution au moment de l'aggrégation de la masse. La forme moins arrondie des fragments, et la nature compacte de la roche, jointes aux particularités de ses stratifications et de ses autres traits, servent à distinguer ce conglomérat de ceux des terrains houillers.

La roche a été d'abord reconnue dans la vallée du Mohawk, au S. d'Utica, où elle forme une masse qui a moins de 20 pieds d'épaisseur, et qui se perd en s'amincissant à la fois vers l'E. et vers l'O., tandis que vers le S. elle plonge sous les formations supérieures. A 70 milles plus au S., cependant, elle apparaît brusquement avec une grande puissance dans le mont Shawangunk, qui commence à quelques milles de l'Hudson, près Kingston, et de là se dirige par les comtés Ulster, Sullivan et Arago, jusqu'au Delaware. La formation s'étend ensuite au S.-O., à travers New-Jersey, la Pennsylvanie, le Maryland et la Virginie, et imprime son caractère principal à la topographie de la contrée sur toute sa longueur. En y comprenant le mont Shawangunk, dans l'État de New-York, et son prolongement, le mont Kittatinny en Pennsylvanie, elle forme une chaîne de montagnes continue, depuis la rivière d'Hudson, dans l'État de New-York, à la partie septentrionale de la Virginie. Nous ne devons pas oublier d'observer que, bien que le mont Schawangunk se termine d'une manière abrupte, au N.-E., à quelques milles de l'Hudson, cependant les conglomérats et grès grossiers sont mélangés avec les schistes inférieurs de la période précédente, dans les roches contournées et métamorphiques de l'E. de l'État de New-York.

Cette formation forme ordinairement le trait le plus marqué dans les passages et la topographie de la contrée qu'elle traverse, et constitue la chaîne de montagnes que nous avons décrite. Sa sur-

face est ordinairement stérile, et souvent complètement dépouillée de végétation sur une vaste étendue, et les grès blancs qu'on voit souvent sous forme de grande tache blanche donnent un aspect particulier à quelques parties de ces montagnes. Il est aussi digne de remarque que ces roches présentent tous les caractères d'une ancienne ligne de côtes, pendant la période des soulèvements, et marque de la manière la plus tranchée, dans le dépôt de la série entière des roches poléozoïques, la période à laquelle la faune de cette époque a subi les changements les plus considérables.

Terrain silurien inférieur.

Les formations géologiques qui aujourd'hui sont comprises dans l'étage inférieur du terrain silurien consistent, en allant de haut en bas, en une série de grès argileux et de schistes, connue sous le nom de formation III dans la carte de Pennsylvanie, ou groupe de la rivière d'Hudson, y compris le schiste d'Utica, dans l'État de New-York. Après eux viennent les calcaires de la formation II de la Pennsylvanic, ou calcaire de Trenton, Black-River, Bird's-eye et Chazy, de l'État de New-York. A la base du système vient la formation I, ou les grès calcifères, et grès de Potsdam. Ces trois divisions dans le terrain silurien inférieur nécessitent une courte description séparée, bien que, sauf peu de modifications, elles occupent à peu près la même étendue géographique.

Groupe A. — La division mentionnée en premier lieu, ou division supérieure, acquiert un grand développement vers le N.-E. ; elle pénètre aux États-Unis, en venant du Canada, et suit continuellement le bord oriental du lac Champlain, ordinairement dans un état de métamorphisme partiel. Elle s'étend au-dessous de Withe-Hall, et forme une lisière sur les deux côtés de la vallée de l'Hudson, où elle prend peu à peu son caractère normal. Elle s'étend dans cette vallée jusqu'à Newburg, et suivant ensuite la direction du S.-O. continue à travers les États de New-Jersey, de Pennsylvanie, de Maryland et de Virginie, tantôt sur une seule ligne, tantôt sur deux ou trois qui reviennent plus loin se confondre. A son extrémité S.-O., elle suit la direction générale des Alleghanys, et ses contours correspondent aux sinuosités des précédentes formations. A l'O. et au N.-O. de la rivière d'Hudson, les couches passent sous les calcaires inférieurs de l'Helderberg, depuis Kingston, sur l'Hudson, jusqu'au Mohawk : elles continuent à suivre cette vallée avec de nombreuses ondulations, et on les voit s'élever sur les deux flancs, par suite du soulèvement des roches

inférieures. Enfin elles finissent par s'étaler sur une vaste surface sur la côte orientale du lac Ontario. Dans le Canada, elles repa-
raissent sur la rive septentrionale du lac, et peuvent être suivies
sans interruption jusqu'au fond de la baie de Géorgie, sur le lac
Huron. Le bassin de cette baie et sa continuation dans l'espace
compris entre les îles Manitouline et les terres ont été creusés en
partie dans le groupe de la rivière d'Hudson, dont les lits supérieurs
apparaissent au bord septentrional de quelques-unes de ces îles. A
l'O., ce groupe atteint le bord septentrional du lac Michigan qui
forme la Pointe aux Baies entre la grande et la petite baie de No-
quet. Il est recouvert par les eaux de la Baie Verte, près du fond
de laquelle, sur la côte orientale, on voit passer les portions supé-
rieures du groupe sous les calcaires supérieurs. On la revoit sur la
côte orientale du lac Winnebago et au-delà il se perd peu à peu en
s'amincissant. Depuis la baie de Géorgie, à l'O., la formation prend
un caractère argilo-calcaireux : les lits supérieurs consistent en cal-
caire impur, et les lits arénacés manquent presque absolument.

Cette formation est extrêmement développée dans la région qui
entoure Cincinnati, dans l'Ohio, à une distance de 50 milles, et
au S.-O. le long de l'axe qui s'étend à travers le Canada et le
Tennessee. Dans cette partie des États-Unis, elle consiste en lits
alternatifs de schiste tendre et de lits minces calcaires, avec traces
accidentelles des grès schistoïdes qui forment un trait si constant
et si caractéristique de cette formation dans son extension orien-
tale.

Sur le Mississippi, et en beaucoup de points du Wisconsin et de
l'Iowa, on trouve quelques lits minces de calcaire argileux avec
couches de schiste, surmontant la roche riche en plomb, et occu-
pant probablement la position du groupe de la rivière d'Hudson.
En admettant cette dernière correspondance, nous pourrions suivre
le groupe depuis la frontière N.-E. des États-Unis, au S.-O. dans
l'Alabama, et nous avons de bonnes raisons de supposer, par suite
de son apparition dans la région de Cincinnati et de Nashville,
qu'il existe sous les formations supérieures sur toute l'étendue
intermédiaire.

Groupe B. — La seconde division de la formation du terrain
silurien inférieur, ou le groupe calcaire, consiste, dans sa partie
orientale, en quatre membres distincts : le calcaire de Trenton,
le calcaire de Black-River, le calcaire de Bird's-eye et le calcaire
de Chazy. Celui de Trenton est le plus persistant et donne sou-
vent son nom au groupe entier.

La série de ces calcaires pénètre, aux États-Unis, au N. par les

vallées du Saint-Laurent et du lac Champlain, et on les reconnaît le long du Saint-Laurent, jusqu'à son embouchure. Nous les retrouvons, avec quelques légères interruptions à travers les îles de New-York, de New-Jersey, de Pennsylvanie, de Virginie et d'Alabama. Le groupe s'étend à l'O. de la partie centrale de l'État de New-York, le long de la vallée du Mohawk, par les chutes de Trenton et la rivière Noire à l'extrémité orientale du lac Ontario. De là, en franchissant le Saint-Laurent, il traverse le Canada, et apparaît sur les bords de la baie de Géorgie, et le long du bord septentrional du lac Huron ; il forme la plus grande partie de l'île de Saint-Joseph, et s'étendant à l'O., entre le lac Supérieur et le lac Michigan, forme la côte occidentale de la Baie Verte. De là il entre dans l'État de Wisconsin, et continue à peu près parallèlement au bord occidental du lac Michigan, jusqu'à 50 milles de la frontière méridionale de l'État : il s'infléchit à l'O., et occupe une large surface dans la partie méridionale du Wisconsin et le N. de l'Illinois. Il s'étend dans l'Iowa, et, suivant le cours du Mississipi, se montre par intervalles au niveau des chutes de Saint-Antoine.

Le long de l'axe de soulèvement qui s'étend de Nashville au lac Érié, on retrouve ces calcaires sur les bords de la rivière des Pierres dans le Tennessee, et à Francfort dans le Kentucky ; mais ils n'apparaissent plus au N. de l'Ohio.

Les calcaires de la période du terrain silurien inférieur occupent la même étendue que les schistes qui leur sont supérieurs dans l'E. des États-Unis, tandis que dans l'O., ou dans la vallée du Mississipi, ils s'étendent au delà de leurs limites positivement reconnues.

Ce groupe calcaire, soit qu'on y retrouve les diverses sous-divisions, soit qu'on n'en forme qu'une seule masse, est partout très important. Dans toutes les localités de l'E. et du S.-E., il consiste en calcaires, parfois avec intercalation de silex et de lits minces schisteux. A l'O., les schistes augmentent d'épaisseur, et en certains endroits, comme aux chutes de Saint-Antoine, ils prennent un tel développement, qu'une grande partie de la roche n'est plus propre à aucun emploi.

On observe, en avançant vers l'O., une diminution générale dans la puissance et un changement dans les caractères des calcaires de ce groupe ; et dans cette direction commence à s'intercaler un autre membre, qui n'est encore que peu important avant d'arriver dans le Wisconsin, mais qui se développe alors beaucoup dans cet État, et devient très intéressant, à cause du gisement qu'il renferme (calcaire à galène) dans le Wisconsin, l'Illinois et

l'Iowa, et qui a été autrefois représenté dans la carte de cette contrée sous le nom de *Cliff limestone*.

Groupe C. — La dernière division du terrain silurien inférieur est formée par le grès calcifère et le grès de Potsdam. Le premier étage est représenté par le calcaire magnésien inférieur dans les États qui bordent le haut Mississippi. Ces deux roches alternent fréquemment à leur point de jonction, et en beaucoup de localités on trouve un dépôt friable arénacé succédant au grès calcifère, qui est, sans aucun doute, dû à la répétition des mêmes actions auxquelles il faut rapporter les lits arénacés inférieurs.

La division supérieure est, pour la plus grande partie, dépourvue de matière calcaire ; cependant, dans sa partie occidentale, elle contient quelques bancs calcaires. Le grès supérieur ou calcifère a reçu originairement ce nom, parce que partout on y observe à différents degrés la combinaison des éléments calcaires et arénacés. Cette formation pénètre dans les États-Unis par la vallée du Saint-Laurent, au N.-E., et traverse le N. de l'État de New-York, jusqu'au bord du lac Ontario. On peut la suivre en descendant la vallée du lac Champlain, et au delà, sans interruption, à travers les États de New-Jersey, de Pennsylvanie, de Maryland, de Virginie et de Tennesse. A l'O., elle traverse le Canada, circonscrit le bord septentrional, et se développe davantage sur le lac Supérieur ; du bord occidental du lac, elle prend une grande extension dans le N. du Wisconsin, et s'étend le long des bords du Mississippi, en formant les roches élevées et pittoresques qu'on voit entre la prairie du Chien et les chutes de Saint-Antoine.

Roches métamorphiques supérieures.

Il est extrêmement difficile de trouver une ligne de séparation entre les dernières roches fossilifères et les roches métamorphiques supérieures, parce que les formations qui séparent l'Hudson de l'Atlantique sont formées par les diverses roches paléozoïques déjà décrites, tantôt en présentant les caractères des terrains de transition, tantôt parfaitement cristallines et dépourvues de restes organiques. Toutes ces roches, cependant, quel que soit le degré de l'action métamorphique qu'elles ont subie, peuvent être classées sous le nom de roches métamorphiques supérieures, et distinguées d'une série plus ancienne de roches cristallines dont la stratification est discordante, comme on peut l'observer aux Petites Chutes (New-York), le long de la vallée du lac Champlain et du Saint-Laurent et dans beaucoup d'autres localités. Les roches métamor-

phiques supérieures comprennent des roches quartzeuses ou grès modifiés, des calcaires à grain fin souvent micacés, blancs ou colorés, des roches schisteuses, variant des schistes tendres et fissiles, verts ou rougeâtres, aux schistes micacés et talqueux auxquels les premiers passent successivement, ainsi que diverses roches gneissiques, syénitiques et hornblendiques, qui toutes peuvent être clairement reconnues comme dérivant de roches stratifiées fossilifères de la période paléozoïque (1).

On a reconnu ces formations dans une grande partie de la Nouvelle-Angleterre, et ce n'est que sur de petites surfaces que les roches métamorphiques anciennes, si encore elles ont bien ce caractère, se rencontrent entre leurs limites. Le prolongement de la même formation au S.-O., dans une direction parallèle aux anciennes roches fossilifères, fait voir une large surface, couverte par des roches de cet âge, occupant la même étendue que les formations paléozoïques du N. au S.

La direction et l'inclinaison des couches qui composent cette formation sont ordinairement bien constantes, bien qu'en certains points et sur de petites étendues leur étude soit rendue difficile et obscure par des dislocations, des plissements et des contournements nombreux.

La plus grande partie de cette formation est formée de roches plus anciennes que celles de la période carbonifère, et nous leur trouvons superposées, dans l'E. de la Nouvelle-Angleterre, ces roches carbonifères métamorphiques. Dans beaucoup de localités, on peut suivre, d'une manière nette, le passage des roches métamorphiques aux couches fossilifères, et les restes organiques disparaissent graduellement à mesure que les lits prennent une structure plus cristalline, par suite d'une action métamorphique de plus en plus puissante. Toute espèce de doute sur la cause de l'oblitération des fossiles se trouve ainsi levée.

Les roches de cet âge forment le trait physique le plus marqué dans la topographie de la contrée qu'elles occupent. Quand on entre dans les États-Unis au N. par la vallée du Saint-Laurent, on trouve les roches paléozoïques, d'abord dans leur condition normale et sans aucune altération, ne présentant que de légers changements lithologiques; ces changements deviennent ensuite plus marqués, et les couches deviennent plus ou moins cristallines,

(1) Le granite, ordinairement rapporté à une origine ignée, occupe relativement un petit espace.

les fossiles s'oblitérent graduellement, les lits s'inclinent parfois jusqu'à la verticalité, et souvent présentent une série de plissements ; enfin, les roches s'élèvent en nombreuses collines et en chaînons, qui finissent par prendre le caractère de chaînes de montagnes, telles que les Montagnes Vertes du Vermont et les Montagnes Blanches du New-Hampshire.

Roches dévoniennes métamorphiques. — Les roches altérées de la période des groupes de Chemung et de Portage qui forment une partie du terrain dévonien ont été reconnues en grandes masses à Gaspé, par MM. Logan et Hunt, et l'on sait qu'elles sont très développées dans l'Etat du Maine. Ces roches circonscrivent la partie orientale de la Nouvelle-Angleterre, en formant une partie des Montagnes Blanches, et, en plongeant sous la formation carbonifère du Massachusetts et de Rhode-Island, constituent, avec cette dernière, la plus grande partie des formations métamorphiques et cristallines à l'E. de la rivière du Connecticut.

Roches siluriennes métamorphiques. — Dans la portion de la contrée située entre la rivière d'Hudson à l'O. et la rivière du Connecticut à l'E., les roches plus ou moins métamorphiques appartiennent aux formations que nous avons décrites déjà dans le terrain silurien. Dans la partie occidentale de cette ceinture, les quartzites ou grès durs, les calcaires cristallins et diverses roches schisteuses reposent sur des lits de gneiss grossier et de hornblende, reconnus pour être de simples modifications et altérations du grès de Potsdam, du groupe du calcaire de Trenton et du groupe de la rivière d'Hudson, avec des lits accidentels et interrompus de conglomérat du Shawangunk, mélangé avec les schistes et formant les sommets des éminences les plus élevées.

Les roches siluriennes supérieures ont été suivies par MM. Logan et Hunt, depuis les parties non altérées, dans la vallée du Saint-Laurent, jusqu'aux limites de l'Etat de Vermont, où elles prennent le caractère de calcaires micacés, alternant avec des schistes micacés.

La partie inférieure de cette formation métamorphique, ou celle qui se compose principalement de schistes siluriens inférieurs associés à des lits arénacés, constitue la zone aurifère proprement dite, comme il a été abondamment prouvé par l'étude de leur prolongement septentrional ; et les nombreuses observations qui ont été faites dans les Etats du Sud autorisent à attribuer le même âge à la zone aurifère de Virginie, des deux Carolines et de la Géorgie. Il est impossible aujourd'hui de décider si le gisement

aurifère de Californie est du même âge que les roches métamorphiques supérieures des États-Unis de l'Est.

Roches métamorphiques anciennes ou inférieures.

Dans beaucoup de parties des États-Unis il existe de larges espaces recouverts de roches cristallines, que leur âge et leurs caractères lithologiques distinguent entièrement des précédentes. On a proposé d'adopter, pour les désigner, le nom de roches métamorphiques anciennes ou inférieures, pour les distinguer des roches altérées qui appartiennent évidemment à la période paléozoïque. On sait qu'elles sont d'une date antérieure, et, dans beaucoup de cas, sinon toujours, elles ont acquis leur structure cristalline et pris leur caractère métamorphique avant le dépôt des formations sédimentaires environnantes qu'il faut ranger parmi les roches anciennes paléozoïques.

Dans beaucoup de localités, le grès de Potsdam, qui est la roche fossilifère la plus ancienne que l'on connaisse aux États-Unis, s'appuie dans une position horizontale, ou peu s'en faut, contre les masses inclinées, ou repose sur les hautes cimes formées par les roches de cet âge, dont la date antérieure est ainsi établie d'une manière évidente.

La formation consiste en une longue série de syénites, gneiss, schistes divers hornblendiques, micacés et talqueux, etc., avec calcaire très cristallin. Toute la série conserve encore des traces évidentes de stratification, qui permettent de croire que les roches primitivement sédimentaires ont été métamorphosées par des agents ignés. Comme témoins et preuves de ce changement, nous trouvons d'énormes masses éruptives de granite et d'autres roches généralement regardées comme d'origine ignée, qui ont pénétré les roches cristallines stratifiées dont se compose en grande partie le système. Il est de même traversé par de nombreux dykes trapéens, qui sont quelquefois très puissants et très étendus. La roche principale et caractéristique de cette formation est un gneiss syénitique, d'une texture généralement ferme et compacte. Les plans de stratification sont souvent obscurs et voilés par la structure granitique ou syénitique. L'une des substances qui accompagne de la manière la plus constante, et qui caractérise cette formation, est le minerai de fer magnétique.

Elle compose principalement la chaîne de montagnes qui s'étend au nord du Saint-Laurent, parallèlement au fleuve jusqu'aux mille îles (*Thousand Island*). On la retrouve à travers le

Canada jusqu'aux bords du lac Supérieur; on l'observe sur les deux bords du lac, et de là elle se dirige à l'O. jusqu'aux sources du Mississippi.

Quelques portions de la chaîne de montagnes du Maine et du New-Hampshire appartiennent peut-être à cette formation; mais leur étendue et leurs limites n'ont pas été bien définies, et les roches qui les composent n'ont pas été nettement distinguées des roches avoisinantes d'origine plus moderne (1).

Dans le nord de l'État de New-York, cette formation forme des montagnes qui atteignent 5000 pieds d'élévation, mais dont la hauteur est généralement moindre. Dans cette région, elle couvre un espace d'une forme à peu près triangulaire, qui a environ 150 milles de longueur du N. au S., et 125 milles de l'E. à l'O., ou du lac Champlain au fleuve du Saint-Laurent. Les points les plus élevés sont au centre de cet espace. La formation expire graduellement au N. et au S., non sans produire néanmoins quelque dérangement parmi les roches siluriennes qui la recouvrent. Dans la partie méridionale de l'État de New-York, elle reparait et forme des crêtes et des montagnes élevées qui, cependant, atteignent à peine la moitié de la hauteur de celles du nord. De la limite sud de cet État, elle pénètre dans celui de New-Jersey, en formant une rangée presque continue de montagnes, depuis la frontière jusqu'au Delaware. De là à la frontière du Maryland, les roches métamorphiques anciennes s'étendent à travers le S.-E. de la Pennsylvanie, en formant deux ceintures étroites, l'une continue, l'autre formée seulement de chaînons séparés les uns des autres par des formations de date plus récente.

Les roches de cette période continuent à conserver la même direction dans le Maryland, la Virginie et la Caroline du nord, et sont connues sous le nom de *Montagnes Bleues* ou *Montagnes du Sud*: les points les plus élevés en Virginie atteignent la hauteur de 4000 pieds. La formation qui continue de s'étendre au S.-O. se prolonge probablement avec des interruptions plus ou moins

(1) Au Canada, M. Logan a reconnu une autre série de roches métamorphiques qui reposent sur celles que nous venons de décrire, et d'une date antérieure à nos roches métamorphiques supérieures, ce qui constitue trois divisions. Cette formation moyenne se compose de grès, de conglomérats avec fragments de jaspe rouge, lits de schiste, et calcaire. « Les schistes sont verdâtres, très chlorités, et contiennent souvent de l'épidote; souvent ils prennent le caractère de conglomérats, par suite de la présence abondante des fragments de syénite. »

prononcées jusqu'aux limites méridionales des formations métamorphiques de l'Alabama.

Nous l'avons déjà montrée sur le bord du lac Supérieur : elle y forme une large zone qui s'étend, sauf de légères interruptions, sur toute la côte, depuis le voisinage de la rivière Camp, jusqu'à Point-Abbaye ; elle s'étend ensuite à l'O., et sur une largeur de plus en plus croissante, dans le nord du Wisconsin, et dans la partie centrale de cet Etat descend vers le S. jusqu'à la hauteur du bord du lac Winnebago. La formation se dirige ensuite vers le N.-O., et atteint le Mississippi au N., aux chutes de Saint-Antoine. On en trouve un rameau isolé dans le Missouri, un autre dans l'Arkansas, et un troisième dans le Texas.

Formation trappéenne.

Trapps rouges les plus modernes. — La formation de cette nature, la plus apparente dans les États-Unis de l'E., est celle qui est associée au nouveau grès rouge, dont nous avons déjà décrit l'étendue. Les roches basaltiques ou trappéennes accompagnent le grès dans la vallée du Connecticut, et sont assez puissantes pour marquer les traits les plus apparents de la topographie de la contrée. Le mont Holyoke et le mont Tom, dans le Massachusetts, en sont des exemples frappants. Les roches de l'E. et de l'O., près New-Haven, forment aussi des points élevés dans le pays, et appartiennent à la formation trappéenne.

Les trapps forment de nombreux dykes et des crêtes moins apparentes, souvent parallèles, et de longues ceintures continues qui suivent toute la longueur de la vallée, jusqu'à 100 milles au-dessus de son embouchure. Les palissades de la rivière d'Hudson, et de nombreuses éminences trappéennes dans le New-Jersey, appartiennent toutes à la même époque et présentent les mêmes relations géologiques. Enfin, cette formation peut être encore suivie dans la Pennsylvanie, le Maryland, la Virginie et la Caroline du sud, et partout accompagne les grès.

Une des matières qui se trouve toujours associée à ces trapps est le cuivre natif ; mais, sur toute leur étendue, on ne l'a jamais trouvé en quantité exploitable. On trouve fréquemment des minerais de cuivre dans les grès qui sont au contact des trapps ; et il semble y avoir quelque rapport entre la présence de ces amas minéraux et l'éruption des dykes. Les roches trappéennes qui appartiennent à cette période du nouveau grès rouge présentent souvent la structure en colonnes et sont divisées naturellement par

des pans verticaux. Ce caractère est moins apparent dans les roches que nous allons décrire.

Trapps du lac Supérieur. — La deuxième grande formation trappéenne est celle du lac Supérieur, qui est en relation avec le grès du terrain silurien inférieur. Elle est développée de la manière la plus frappante à Keweenaw-Point, et s'étend de là, en occupant une grande largeur, à l'E. et à l'O., en suivant généralement les contours du lac. La formation est flanquée au N. par des conglomérats, et au S. par des grès, et une ceinture étroite du trapp traverse le conglomérat sur toute sa longueur, parallèlement à la formation centrale principale. Vers l'extrémité occidentale du lac Supérieur, la formation trappéenne est interrompue et ne se présente plus qu'en dykes isolés ou en crêtes qui percent le grès. L'île Royale présente à peu près les mêmes traits que Keweenaw-Point; le trapp y forme une rangée semblable et parallèle, mais le conglomérat y est peu développé. Sur le bord septentrional du lac, dans les limites des États-Unis, le trapp s'étend en nombreux rameaux étroits et en dykes qui tous sont dirigés vers l'O. Plus loin, en différents points situés entre le lac et le Mississipi, au-dessus des chutes de Saint-Antoine, on trouve encore fréquemment des lits de trapp.

Au delà de ce fleuve, on sait peu de chose de leur étendue et de leurs caractères : mais, d'après les informations que l'on possède, il paraît probable que la même formation se retrouve par intervalles entre le Mississipi et les Montagnes-Rocheuses.

Dans toute cette étendue, les associations sont si semblables qu'il est permis de rapporter avec certitude tous ces trapps à la même formation. Sur les bords de la rivière Sainte-Croix, ils forment de grandes protubérances et des nœuds à travers les couches à Lingules du grès de Potsdam ; et, dans le nord du Wisconsin, on les trouve à peu près dans une position semblable, plus ou moins en relation avec le grès inférieur, mais fréquemment associés à de la syénite ou à du gneiss syénitique.

La formation trappéenne du lac Supérieur, là où elle atteint son principal développement, contient des quantités immenses de cuivre natif qui, dans cette région, caractérise toujours une certaine variété de trapp.

Dans une carte de Keweenaw-Point, publiée récemment par M. Whitney, géologue des États-Unis, nous trouvons la description suivante : trapp amygdaloïde, contenant du cuivre natif ; trapp porphyrique, contenant du cuivre sulfuré ; et trapp cristallin, où les filons ne sont point productifs.

La principale partie de la formation, en ce point, est formée par la variété précédente : une ligne mince qui passe par le centre représente la portion cristalline ; et au S. une étroite bordure, qui s'unit au grès, appartient à la première variété.

Trapps de l'ouest. — On trouve des trapps et des basaltes à des intervalles fréquents, depuis la frontière du Texas jusqu'au pays des Indiens Blackfoot, et plus loin encore vers le N. A l'O., dans la grande plaine qui s'étend entre les Montagnes-Rocheuses et la Sierra-Nevada, des roches du même caractère se rencontrent fréquemment, mais leur position géologique n'est point connue. On trouve de même souvent et sur de vastes étendues des roches basaltiques et volcaniques au N. - O., dans les Montagnes-Rocheuses, et le long de la Colombie jusqu'à la côte de l'océan Pacifique.

Trapps de la série métamorphique. — Un système de roches trappéennes d'un âge différent, consistant en trapps, diorites, porphyres, etc., traverse les roches métamorphiques de la période que nous avons précédemment indiquée. Elles n'affectent pas généralement d'une manière bien sensible la topographie de la contrée, et ne paraissent pas avoir de relation avec le soulèvement de la chaîne montagneuse où on les rencontre. Elles la traversent en différentes directions, et remplissent des fissures ou joints, qui sont souvent parallèles entre eux. On rencontre partout ces dykes dans les États-Unis, mais ils sont plus nombreux sur le bord septentrional du lac Huron et du lac Supérieur.

Dans la partie orientale de la Nouvelle-Angleterre, et surtout près de la côte, ces dykes traversent les couches, et des ceintures plus étendues de roches semblables occupent des portions de la région métamorphique. Les bordures porphyriques semblent parfois, le résultat d'un métamorphisme extrême, qui aurait réduit en fusion des roches préexistantes.

M. Constant Prévost demande à M. Laugel si M. Lyell, qui a étudié les puissantes assises de charbon de l'Amérique et leurs nombreuses alternances, a formulé une opinion sur le mode de formation de ces couches.

M. Laugel répond que M. Lyell n'a pas traité cette question.

M. Élie de Beaumont donne lecture de la note suivante :

Mémoire sur le platine des Alpes, par M. Émile Gueymard.

Mes quatre premiers mémoires sur la découverte du platine dans les Alpes ont été publiés dans les *Annales des mines* et dans les *Comptes rendus du Conseil général de l'Isère*. Deux extraits ont paru dans les *Comptes rendus de l'Institut*. Cette question toute neuve, n'ayant jamais eu de précédents, n'a pas pu être traitée suivant un plan régulier. J'ai trouvé pour la première fois le platine dans le cuivre gris du Chapeau (Hautes-Alpes). J'ai dû alors le rechercher dans tous les cuivres gris, puis dans les substances de filon; plus tard, mes études ont été dirigées sur les roches anciennes, et enfin sur les roches modernes.

Doser le platine en très petite quantité dans les substances de filon et dans les roches, c'était pour moi un problème neuf. Je ne suis arrivé à la solution par les liqueurs citées qu'après des études laborieuses.

Tableau des substances analysées sur 400 grammes.

	milligr.
Sable du Drac, bien lavé, pris vers le pont de fer. . .	0,0665

GRÈS ET CALCAIRES.

1. Grès moucheté nummulitique de Méollion, à Champoléon (Hautes-Alpes)	0,1000
2. Grès violacé nummulitique dans les calcaires, Champoléon.	0,1666
3. Sables nummulitiques du ruisseau de Méollion. . .	0,1665
4. Calcaire nummulitique de Champoléon.	0,1332
5. Calcaire oxfordien au-dessus de la porte de France, près de la maison de M. Longchamp.	0,0333
6. Calcaire à Lucines, de la Fontaine Ardente (Isère). .	0,0222
7. Calcaire oxfordien de Corenc, près Grenoble. . . .	0,1366
8. Calcaire de la Grave (Hautes-Alpes), lias.	0,0366
9. Calcaire de la Valentine, formation des lignites d'Aix (Provence).	0,0333

MOLLASSES.

Coupe du terrain de mollasse de Voreppe, près Grenoble.

Assise n° 1.	0,0366
Assise n° 2	0,0333
Autre banc, <i>bis</i>	0,0366
Assise n° 3.	0,0277

	milligr.
Autre banc, <i>bis.</i>	0,0333
Autre banc, <i>ter.</i>	0,0443
Assise n° 4.	0,0443
Assise n° 5	0,0333
Assise n° 6	0,0513
Autre banc, <i>bis.</i>	0,0553
Autre banc, <i>ter.</i>	0,0953
Assise n° 7.	0,0513
Autre banc, <i>bis.</i>	0,0750
Autre banc, <i>ter.</i>	0,1333
Assise n° 8	0,0333
Mollasse de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme). . . .	0,0666

FER SULFURÉ.

1. Fer sulfuré du bourg d'Oisans (Isère).	0,1833
2. Fer sulfuré de la Balme, commune de la Chapelle- du-Bard (Isère).	0,1000
3. Fer sulfuré de la Ferrière, canton d'Allevard. . .	0,1833
4. Fer sulfuré des environs de Villard d'Arène (Hautes- Alpes).	0,1333
5. Fer sulfuré du Rif-du-Sap, Valgodunard (Hautes- Alpes).	0,0000
6. Fer sulfuré magnétique de Bodemnaï (Bavière). . .	0,0476

GALÈNES.

Galène contenant un peu de cuivre gris, de Montjean, au-dessus de Vaulnaveys (Isère).	0,0333
Terre de la Calle, espèce de tuf, du filon de plomb de Saint-Pierre-de-Belleville (Savoie).	0,1000
Galène du Devonshire. Traces d'or	0,0000
Galène de Carthagène (Espagne). Traces d'or.	0,0000

CUIVRE.

Cuivre gris et cuivre carbonaté, concession C. Allevard. .	0,1110
Cuivre pyriteux et carbonaté de Freydane, près de Belladona, vallée de l'Isère. Traces d'or.	traces.
Cuivre gris des ruines de Séchilienne (Isère).	traces.
Cuivre gris de Guillaume-Peyrouse, Valgodunard (Hautes-Alpes).	0,1000
Cuivre carbonaté de Guillaume-Peyrouse.	0,2500
Autre échantillon	0,2666
Autre échantillon ayant beaucoup de gangue.	0,1436
Cuivre sulfuré du sud de l'Angleterre.	néant.
Cuivre oxydulé du sud de l'Angleterre.	néant.
Cuivre oxydulé rouge argileux, Cornouailles	0,1333
Cuivre métallique en sable, Coroco (Bolivie).	néant.

FONTES, FERS ET ACIERS.

	milligr.
Fontes de Vizille obtenues avec les minerais de fer carbonaté, fondues avec l'anthracite.	
Fonte blanche.	0,0039
Fonte truitée	0,0045
Fonte grise.	0,0045
Fonte de Riouperoux au charbon de bois, Isère.	0,0464
Acier fabriqué avec les fontes de Riouperoux	0,0355
Acier brut fabriqué avec les fontes des minerais d'Articol (Isère).	0,0447
Acier dit de Hongrie, fabriqué avec les fontes d'Épierre (Savoie).	0,0595
Acier raffiné avec les mêmes fontes.	0,0550
Acier brut avec les mêmes fontes.	0,0417
Acier raffiné fait avec les fontes blanches rhénanes.	
Trace d'or	0,0245
Acier naturel de Rives (Isère).	0,0358
Fer laminé des forges de Vienne, fait avec les minerais oolitiques (Isère). Traitement au coke et à la houille.	0,0420
Fer des Pyrénées.	0,0494
Fer cimenté des Pyrénées.	0,0854
Acier des Pyrénées	0,0425
Fontes de Savoie, minerais de fer spathique.	0,0200
Acier de Styrie des forges impériales.	0,0417
Fer d'Angleterre. Staffordshire.	0,0492
Fer de Suède cimenté.	0,0366
Acier de Suède	0,0420

L'or qui provient de l'exploitation des sables fait au moins les 5/6 de celui qui est exploité annuellement sur le globe. Ce métal s'y trouve en petites paillettes très minces, puisqu'il en faut de 17 à 22 pour faire 1 milligramme.

Dans les sables du Rhin où les orpailleurs gagnent de 1 franc 50 centimes à 2 francs par jour, on n'y trouve que 8 billionièmes d'or (0,000,000,008). Ces sables sont exploitables. Le mètre cube pèse 1,800 kilogrammes, contenant, par conséquent, 0^{gr},0144 or.

Le mètre cube de sable renferme de 4,500 paillettes à 36,000.

Quand il y a 4,500 paillettes, il n'y en a qu'une pour 400 grammes de sable ; lorsque le sable en contient 36,000, il y a deux paillettes tous les 100 grammes.

*Tableaux des sables aurifères du Rhin, d'Elder en Westphalie,
de la Sibérie et du Chili.*

SUR CENT GRAMMES DE SABLE.	RHIN.	ELDER.	SIBÉRIE.	CHILI.
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Première qualité. Sables riches.	0,0562	0,0390	0,6000	7,8080
Deuxième qualité.	0,0243	0,0222	»	»
Troisième qualité. Moyenne des sables exploités.	0,0432	0,0430	0,2600	0,9760
Moyenne du gravier non ex- ploitable.	0,0008	0,0046	0,0650	0,4000
Minimum des sables exploités.	0,0420	»	0,4000	»

Comparons maintenant la richesse or des sables du Rhin avec la richesse platine du tableau ci-dessus de mes analyses.

Le sable du Drac est plus riche en platine que le sable du Rhin première qualité en or.

GRÈS ET CALCAIRES.

Les n^{os} 1, 2, 3, 4, 7 ont des richesses plus grandes que les sables du Rhin première qualité ; les n^{os} 5, 8, 9 sont plus riches que les mêmes sables deuxième qualité ; le n^o 6 plus riche que le sable troisième qualité.

MOLLASSES.

Les n^{os} 6, 7 plus riches que les sables première qualité.

Tous les autres sont plus riches que les sables deuxième qualité.

FERS SULFURÉS.

Les n^{os} 1, 2, 3, 4 plus riches que les sables première qualité.

Le n^o 6 plus riche que le sable deuxième qualité.

CUIVRES.

Tous les sables sont beaucoup plus riches que les sables première qualité.

Comment se trouve le platine dans toutes les substances où j'ai constaté sa présence ? L'or dans les sables est à l'état de paillettes, mais je n'ai jamais pu reconnaître le platine ni à la vue ni au microscope. Il est bien vrai que sa couleur gris terne est peu favorable à ce genre d'observation. J'ai trouvé quelquefois des traces d'or dans quelques calcaires, dans des substances de filon,

et une seule fois dans une mollasse prise à Voreppe, pouvant être dosé. Le même échantillon n'en a plus donné. C'était donc une paillette qui s'est trouvée accidentellement dans le premier essai. Pour le platine, je suis arrivé à une loi presque générale. Les roches sont d'autant plus platinifères qu'elles sont plus modernes. Ainsi les mollasses, les grès et calcaires nummulitiques, analysés jusqu'à ce jour, ont donné du platine en plus grande quantité que les roches inférieures. Dans la même couche, la richesse n'est pas rigoureusement constante en platine, mais je dois dire que les différences ne sont pas grandes. Ces différences sont beaucoup plus grandes dans les gîtes de cuivre gris. Dans le même filon, j'ai trouvé accidentellement de fortes proportions de platine, et les échantillons voisins n'en ont pas donné la moindre trace. Les filons de fer carbonaté ont des richesses variables; quelques-uns aussi n'ont pas donné de platine.

Les fontes, les fers et les aciers, produits en Dauphiné et en Savoie avec des minerais de fer carbonaté, sont tous platinifères sans exception. Les fers et les aciers des Pyrénées, de la Styrie, de la Suède et de l'Angleterre ont aussi donné du platine. Dans nos contrées, le platine commence dans le lias, et on le suit jusque dans le diluvium alpin. Est-il particulier au terrain des Alpes que j'ai étudié, ou bien se trouvera-t-il ailleurs? Depuis 1849, j'ai soulevé cette question en l'abandonnant au ministère des travaux publics. Les Alpes ne pouvaient pas en présenter une plus intéressante au point de vue géologique, et je dirai même métallurgique, car j'ai la conviction que le platine joue un rôle dans les fers et les aciers de ces contrées.

Je dois indiquer en terminant qu'à l'exception des fers et des aciers, toutes les autres analyses ont été faites sur 34 grammes de substance. J'ai multiplié le produit par 3 pour avoir le platine contenu dans 100 grammes en nombre rond.

M. Élie de Beaumont lit la traduction suivante du compte-rendu, imprimé dans le journal anglais l'*Athæneum*, de la séance tenue à Liverpool, le samedi 30 septembre 1854, par la section de géologie de l'Association britannique pour l'avancement de la science.

Sur la géologie de l'Inde, par M. G.-B. Greenough.

L'auteur a commencé sa communication en faisant observer que l'étude des corps organisés fossiles est la pierre angulaire de la
Soc. géol., 2^e série, tome XII.

géologie moderne, et qu'on peut apprendre beaucoup plus de l'histoire de la terre des fossiles organiques que de la nature et des propriétés de la matière inorganique. L'idée d'une succession définie des masses minérales ne peut plus être soutenue, chaque formation contenant ses grès, ses argiles et ses calcaires, disposés régulièrement ou irrégulièrement. Une même couche change de caractères minéralogiques en passant d'une contrée à une autre, ou même dans les limites d'une seule contrée, et quelquefois dans l'étendue d'une carrière. Le contact d'une roche ignée ou plutonique avec une roche sédimentaire change quelquefois l'aspect de cette dernière, de manière à la rendre méconnaissable. La transformation du lias en pierre lydienne, du calcaire jurassique en dolomie, de la craie en marbre, du grès ou de l'argile en jaspé, montre combien il est dangereux d'accorder une confiance implicite aux caractères minéralogiques. La prodigieuse quantité de roches plutoniques qui occupent les parties septentrionales, aussi bien que les parties méridionales de l'Inde, ne sont pas le produit d'une époque déterminée, mais plutôt de plusieurs époques; et probablement il existe dans cette contrée un grand nombre de couches secondaires qui n'ont pas encore été découvertes. Les parties les moins connues sont le Cashmire et le Népal, la côte occidentale du Guzerate et une vaste surface dans l'Orissa et la contrée environnante. Ce qui suit est un court extrait de la communication de M. Greenough, qui était illustrée par une grande carte géologique coloriée de toute la contrée.

Post-tertiaire. — *Regur*, ou terrain à coton, espèce de *trapp-tuf* ressemblant au limon du Nil ou à la terre noire de Russie. Il est répandu sur le plateau des districts cédés et du Mysore, et flanque les montagnes des Neilgherries et de Salem, couvrant presque tout le plateau du Deccan, mais il n'a pas été observé dans le Konkan. Le *kunker* est une substance concrétionnée, analogue au travertin d'Italie, remplissant les fissures et les cavités des roches sous-jacentes. Des ossements de Mastodonte y ont été trouvés, et les couches les plus récentes de ce dépôt contiennent des fragments de poterie. Il fournit une pierre à bâtir grossière, et l'on s'en sert largement pour la production de la chaux. On désigne, sous le nom local de *gootin* et de *chunam* un calcaire argileux, employé comme pierre de construction dans le Bengale, le Behar, à Benarès, etc., qui se montre en nodules dans le terrain d'alluvion, dont l'épaisseur, à Calcutta, est de 500 à 600 pieds anglais (152 à 183 mètres). Près de Benarès il contient des fragments de coquilles d'eau douce. Au sud de Madras on trouve une argile

qui abonde en coquilles marines, employées pour faire de la chaux, de préférence aux coquilles de la plage, comme plus exemptes de sel.

La *laterite*, ou pierre à briques de Buchanan, ressemble au trapp du Rhin, au peperino et à la pouzzolane d'Italie. Il s'étend à Malacca, à Siam, à Sumatra, à Singapore, etc. Il couronne les sommets les plus élevés des Ghauts orientales et occidentales, et a une épaisseur moyenne de 100 pieds anglais (30 mètres), formant des collines mollement arrondies ou de larges terrasses et quelquefois s'étend en larges nappes ayant de quelques pouces à 250 pieds anglais d'épaisseur (76 mètres), qui se terminent par des escarpements verticaux et sont coupées par des vallées qui serpentent comme des rivières et présentent un fond plat. Les cavernes ne sont pas rares dans cette roche. A Travancore, on trouve dans les escarpements de latérite des couches de lignite de 50 à 60 pieds anglais d'épaisseur (15 à 18 mètres).

Pliocène et miocène. — Dans la chaîne salifère du Punjaub, la couche la plus élevée contient des ossements d'Eléphant, de Cheval, de Bœuf, de grande Antilope, d'Hyène, etc., et peut être considérée comme la prolongation de la formation de Sevalik. Sur la surface de la plaine située entre le territoire britannique et le Thibet, on voit s'étendre un dépôt à blocs erratiques, contenant des ossements d'Hippotherium, de Rhinocéros, d'Eléphant et de divers ruminants. Des ossements de Mastodonte et d'autres mammifères se trouvent dans le Perim, ainsi que dans le golfe de Cambay et dans le territoire du Nizam.

Eocène. — L'argile de la falaise de Caribari, dans le N.-E. du Bengale, a été décrite par M. Colebrook comme ressemblant à l'argile de Londres et comme contenant des coquilles, des palais de poisson et des défenses épineuses semblables à ceux de l'argile de l'île de Sheppy (à l'embouchure de la Tamise). M. le major Fulljames décrit une argile avec *Septaria* comme celle de Londres qu'on a rencontrée en creusant un puits au N. de Gogo; on l'a atteinte à la profondeur de 35 pieds anglais (11 mètres), et elle n'était pas complètement traversée à la profondeur de 356 pieds anglais (109 mètres). Une argile avec des coquilles analogues, quant aux genres, à celles du bassin de Londres, a été trouvée sur les bords de l'Irawadi, dans le pays des Birmans. Des coquilles silicifiées ont été trouvées par M. Voysey entre deux assises de trapp dans le Deccan. Des fragments de silex chert et de pierre argileuse, contenant du sable et des coquilles d'eau douce (des genres *Bulime*, *Succinée*, *Unio*, *Mélanie*, *Limnée*, *Physe*, *Palu-*

dine et des débris de Cypris et de Chara), se trouvent enveloppés dans le trapp et répandus sur sa surface dans les Sichel Hills.

Des couches à *Nummulites* entourent le golfe Persique, suivent la chaîne de l'Elborus et le plateau de l'Iran, atteignent les montagnes du Caubul et l'Himalaya occidental, descendent la chaîne de Solyman et suivent celle de Hala jusqu'à l'embouchure de l'Indus. Elles continuent ensuite à l'E., le long du flanc de l'Himalaya jusqu'au confluent du Gange et du Brahmapootra. Elles ont été suivies sur 25 à 26 degrés en longitude depuis le Belouchistan jusqu'à l'E. du méridien de Calcutta, et sur 12 degrés de latitude depuis le Ruun de Cutch jusqu'au nord de Cashmire.

Terrains crétacés. — Il paraîtrait qu'une branche de la masse principale de la craie s'étend du Taurus au sommet du golfe persique. Les couches crétacées du Deccan ont été décrites, pour la première fois, par M. Newbold, en 1840. Les fossiles de Pondichéry ont été reconnus par M. Forbes comme néocomiens; ceux de Verdachellum et de Trichinopoli comme les équivalents du grès vert supérieur et du gault. — M. d'Orbigny a considéré le tout comme sénonien ou comme de l'âge de la craie. Les collections renfermaient un grand nombre de genres considérés précédemment comme caractéristiques des terrains tertiaires (Cyprée, Olive, Triton, Pyrule, Nérîte, et de nombreuses espèces de Volutes); et M. le professeur Forbes en a inféré que ces genres ont apparu plus tôt dans les mers orientales. Des roches ressemblant au *green sand* et particulièrement au *kentisk rag* ont été observées par M. le docteur Jack dans l'île Sumatra, et de la craie blanche tendre avec Échinites, à Bencoolen. Des couches crétacées se trouvent aussi à Bornéo.

Système jurassique ou oolithique. Kelloway rock (Etage callovien de M. d'Orbigny). — Des représentants de cette formation ont été trouvés dans le Cutch par M. le capitaine Grant; ils se composent d'argile schisteuse et de schiste calcaire en couches horizontales formant les collines couronnées de grès, contenant des variétés de la *Trigonia costata*, de l'*Ammonites Herveyi*, etc...

Houille oolithique. — La position relative de la houille de l'Inde a, jusqu'ici, défié toutes les recherches, mais elle peut sans doute être classée avec la houille de Brora, en Écosse (houille qui appartient au système oolithique). Dans le Cutch elle est inférieure au grès de Kelloway et elle est partout traversée par des failles (dykes), par des surfaces de glissement, par d'autres dislocations.

Argile d'Oxford, fuller's earth. — Dans la partie de l'Himalaya

examinée par M. le capitaine Strachey, les calcaires et les argiles schisteuses secondaires, parallèles à la chaîne silurienne, ont présenté une épaisseur de plusieurs milliers de pieds. La partie supérieure était presque entièrement composée en quelques parties de fragments de coquilles dont les espèces ressemblaient aux formes connues dans le cornbrash et le fuller's earth. Au-dessus de ces couches se trouvent des argiles schisteuses, noires, peu solides, avec des nodules durs contenant des Ammonites et des Bélemnites de l'âge de l'oxford-clay; la roche ammonitifère s'étend probablement jusqu'à la partie orientale du Népaül. Les Ammonites se montrent à une hauteur de 18,000 à 19,000 pieds anglais (5483 à 5788 mètres) et sont, de la part des indigènes, l'objet d'un respect superstitieux. La série oolithique forme un élément important dans la constitution géologique de l'Afghanistan oriental et de l'Inde septentrionale. On a reconnu qu'elle s'étend au Sud depuis le Cutch, le long de la ligne de montagnes qui flanque l'Indus, et qu'elle forme l'escarpement du plateau de l'Afghanistan, jusqu'à la chaîne salifère du Punjaub supérieur.

Les roches de la série oolithique ont été observées le long de la route de Caubul et au nord de cette ville. Au nord des grands pics neigeux de l'Himalaya, elles suivent le bord méridional du plateau du Thibet.

Dans le Rajpootana on trouve un grand nombre de marbres d'espèces particulières, dont sont bâtis le Taj-Mahal et les palais de Jodpoor. Parmi ces marbres on rencontre une Lumachelle ou marbre à coquilles opalines, de l'âge jurassique probablement. Dans le Deccan on trouve des marbres blancs granulaires qui doivent être métamorphiques et se présentent partiellement. De nombreuses couches de gypse se rencontrent dans la Présidence de Madras, mais leurs relations sont incertaines. Le grès à diamants de Golconde est une brèche plus ou moins compacte, rouge et blanche, sans fossile; son âge exact est inconnu. Des sources salées surgissent souvent du grès ou dans son voisinage. Avec le calcaire qui lui est sous-jacent, ce grès couvre de larges surfaces en couches presque horizontales, mais sur les bords des plaines de Cuddapah il s'élève en couches fortement inclinées appuyées immédiatement sur le granite. On assure que des traces de houille existent dans le grès à diamants au nord-ouest de Nagpore et s'y trouvent abondamment le long de la vallée de la Nerbudda.

Houille de Burdwan. — A Burdwan la houille a un caractère schisteux. Les genres de plantes qui l'accompagnent sont en partie

connus en Angleterre, d'autres le sont en Australie, d'autres sont particulières à la localité. Parmi les genres connus en Angleterre, quatre se trouvent¹ dans le terrain houiller, savoir : les genres *Sphenophyllum*, *Poacites*, *Calamites* et *Pecopteris*.

Terrain jurassique du Deccan. — MM. Hislop et Hunter ont constaté que le grand dépôt de trapp des Ghauts occidentales repose sur un grès avec débris végétaux, principalement de fougères, *Pecopteris*, *Cyclopteris*, *Sphenopteris*, *Equisetites*, de nombreuses espèces de *Glossopteris*, et la *Vertebraria indica* qui caractérise aussi les couches de Burdwan. On a trouvé à Godavery le *Lepidotus deccanensis*, rapporté par sir Philippe Egerton à l'oolithe inférieure, ou au lias.

Trias. — Nouveau grès rouge, marne rouge. Le grès des Bandid Hills et de Sagar est rapporté à cette formation. D'après M. James Hardie, le nouveau grès rouge peut être suivi à travers le Baralpur, au nord à travers le Delhi, où on peut le rattacher aux roches contenant du gypse et du sel gemme dans le Lahore, le Moultan, etc., et au sud vers le Cutch et peut-être jusqu'en Perse, formant une zone autour de la grande formation élevée de l'Inde centrale, et séparant cette formation des roches primordiales. Le muschelkalk a été observé par M. le capitaine Strachey au nord de la vallée de Niti, dans l'Himalaya : ses fossiles ressemblent à ceux de Saint-Cassian, mais les espèces sont toutes distinctes. On a recueilli 35 espèces appartenant aux genres Cératite, Goniatite, Ammonite, Spirifer, Térébratule, *Chonetes* (?), Pecten, Pholadomye.

Calcaire carbonifère. — Les restes organiques recueillis par M. le docteur Fleming près de la base de l'escarpement de la chaîne salifère, dans l'Himalaya, renferment le *Productus Cora* et l'*Athyris Royssii*.

Dévonien (?). — Chaîne salifère de Kala. Le sel est principalement extrait de la chaîne entre le Jhelum et l'Indus. D'après M. le docteur André Fleming, la marne rouge gypsifère avec le sel gemme se trouve à la base même de la section au-dessous des argiles schisteuses bitumineuses avec lignites et calcaire carbonifère, et il la place parmi les roches dévoniennes. Cependant du sel gemme impur et des sources salées se montrent dans les chaînes extérieures de l'Himalaya dans des couches regardées comme éocènes. Les argiles schisteuses bitumineuses renferment en abondance des pyrites de fer, au moyen desquelles on prépare de l'alun exactement comme à Whitby. La fabrication a été poursuivie par les

ancêtres de ceux qui y sont occupés en ce moment, pendant huit générations. On n'a pas trouvé de fossiles dans les couches salifères du Punjaub.

Silurien. — Les régions les plus élevées de l'Himalaya fournissent un grand nombre de formes de Trilobites, de mollusques et de zoophytes caractéristiques de la période silurienne, et très analogues à celles d'Europe, sans qu'aucune peut-être soit identique avec ces dernières.

Dans la discussion qui suivit la communication de M. Greenough, M. le professeur Sedgwick insista sur l'importance de l'étude des caractères minéralogiques et de la structure physique des terrains, et il soutint que sans cette étude la géologie n'aurait jamais existé, et que l'ordre de succession des couches n'aurait jamais été découvert, quoique les Cuvier et les Owen eussent restitué tous les animaux qui ont existé depuis l'origine des choses. Il est résulté des écrits trouvés après la mort de sir Joseph Banks, que le révérend professeur Mitchell, de Cambridge, avait déterminé la succession des couches du sol britannique, même avant que William Smith eût fait sa grande généralisation. Et dans le moment actuel, les recherches de pure géologie physique pourraient être de la plus grande importance, non-seulement au point de vue scientifique, mais dans leurs conséquences relativement à tous les objets utiles à la vie de l'homme.

M. le professeur Phillips rappela le soin scrupuleux avec lequel M. Greenough avait examiné pendant de longues années la structure minéralogique des terrains, et il fit observer que ce serait une grande erreur que de séparer cette branche de recherches de l'étude des fossiles, ou de négliger l'une ou l'autre.

M. le professeur Forbes déclara, au sujet des listes de fossiles contenues dans le travail de M. Greenough, que toutes les identifications d'espèces de fossiles de l'Inde avec des espèces de fossiles britanniques méritaient vérification.

Sir Philippe Egerton fit connaître le résultat de l'examen fait par lui de ce qui avait été envoyé à la section comme *une dent fossile de l'Inde* par M. S. Oldham. D'après l'examen auquel il s'était livré, il était convaincu que ce débris organique n'était pas une dent, mais une écaille dorsale de quelque grand poisson ganoïde, dont l'espèce n'avait pas encore été déterminée.

(Le reste de la séance a été exclusivement consacré à la discussion de questions relatives à la géologie de la Grande-Bretagne.)

Séance du 23 avril 1855.

PRÉSIDENTE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

M. HUMBERT (Aloys), conservateur du musée, à Genève (Suisse); présenté par MM. le professeur Pictet et Delesse.

HUZAR (Gustave), rue Saint-Guillaume, n° 29, à Paris; présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry.

Le président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Belgrand :

1^o *Etudes hydrologiques dans le bassin de la Seine, entre la limite des terrains jurassiques et Paris*, in-8, 228 p., 1 pl. Avallon, 1851.

2^o *Recherches statistiques sur les sources du bassin de la Seine qu'il est possible de conduire à Paris, exécutées en 1854, d'après les ordres de M. le Préfet de la Seine*; in-4, 88 p., 3 tableaux et une carte: Paris, 1854; Imprimerie impériale.

De la part de M. Thomas Davidson, *A monograph of british cretaceous Brachiopoda*, 2^e partie; in-4. London, 1854.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1855, 1^{er} semestre, t. XL, n° 16.

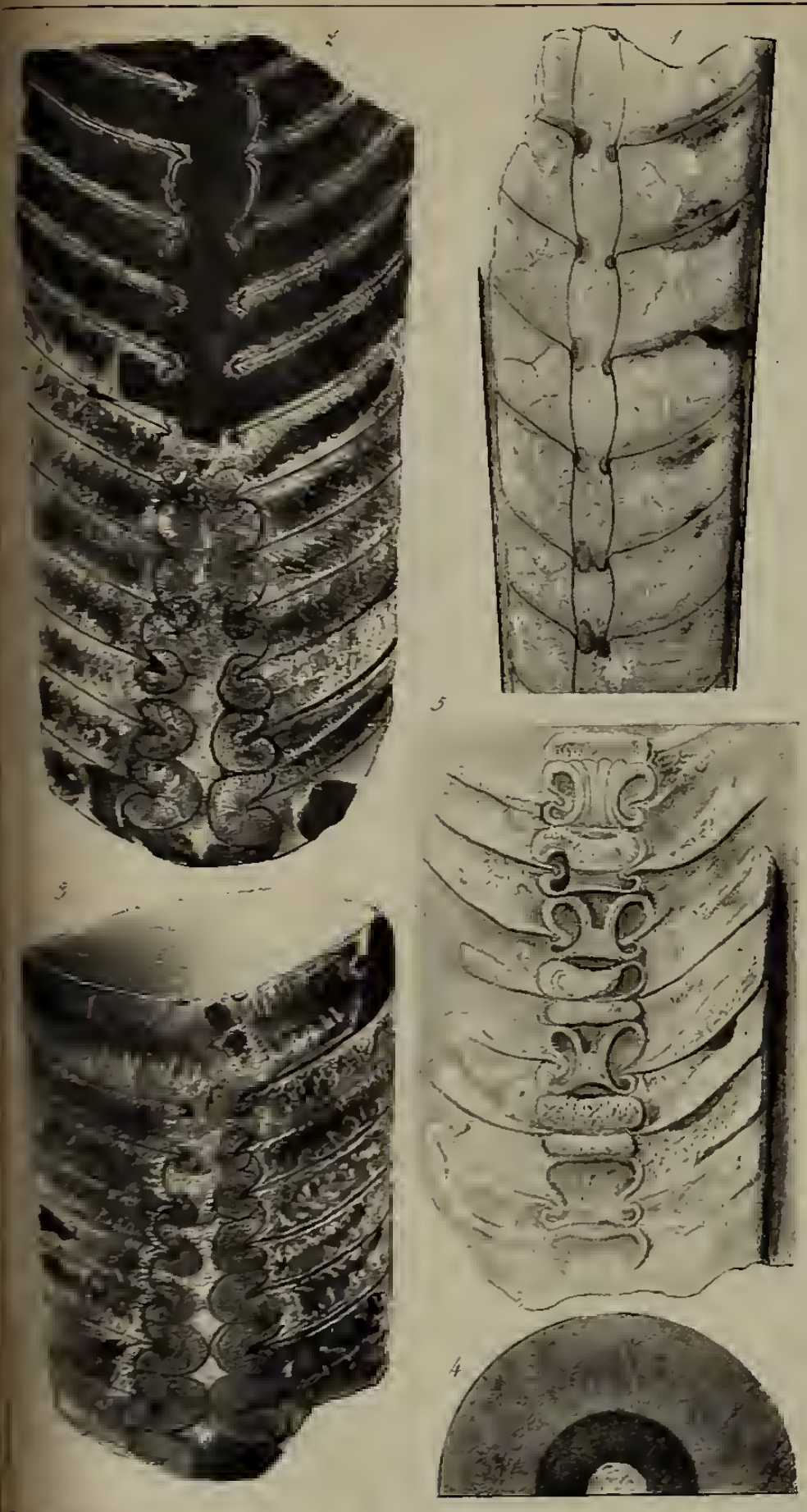
L'Institut; 1855, n° 1111.

The quarterly Journal of the geological Society of London; vol. XI, part. I^{re}; 1855, n° 41.

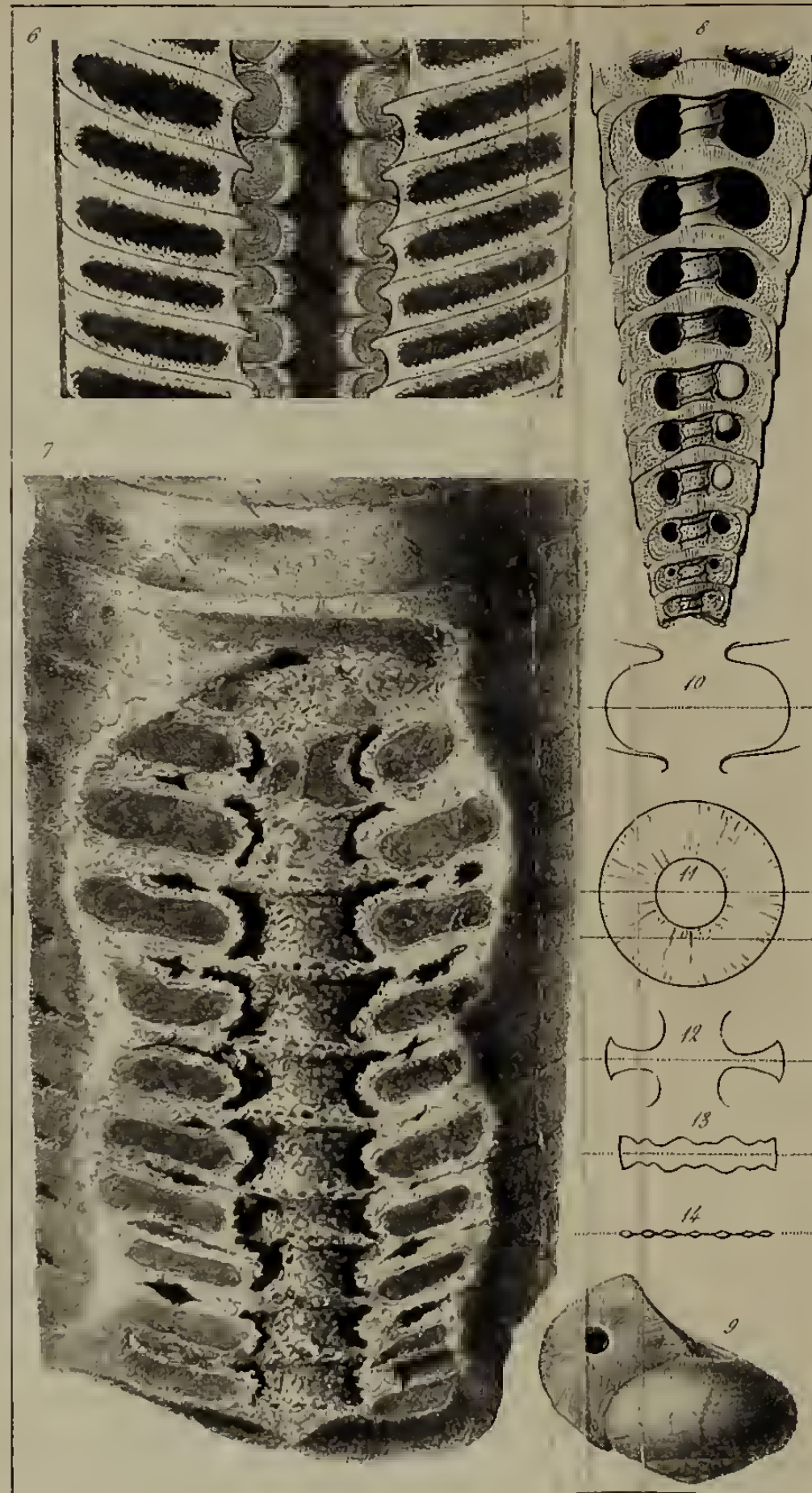
The Athenæum; 1855, n° 1434.

Revista minera; 1855, n° 118.

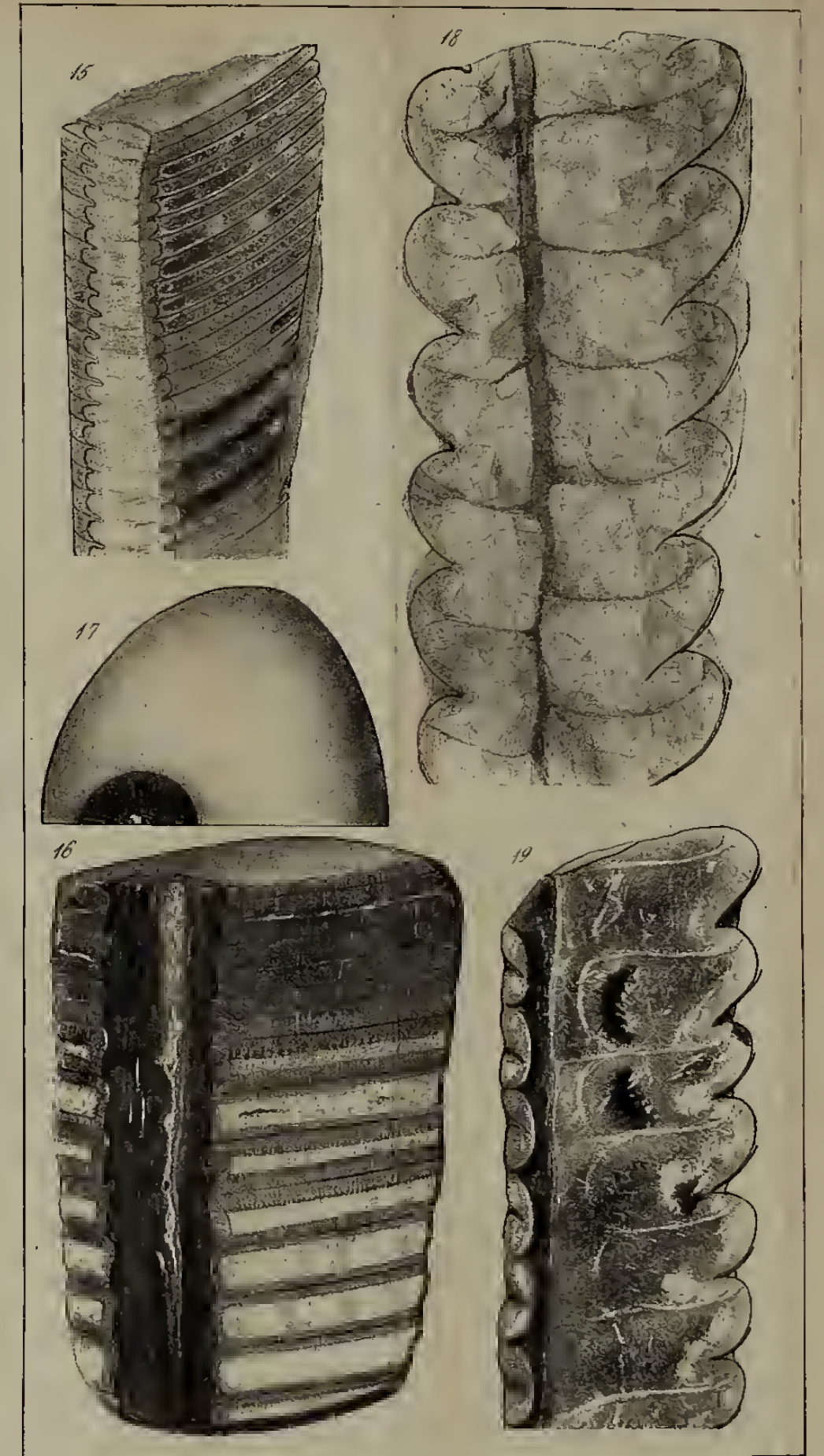
Pl. A.



Pl. B.



Pl. C.





Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Lory :

Valence, 4 avril 1855.

Monsieur et cher confrère,

Je viens de revoir la base de la montagne de Crussol, et j'aurai à vous adresser une note qui complétera et éclaircira quelques points du compte-rendu de la session extraordinaire à Valence. En effet, je viens d'y constater positivement l'existence des grès du lias supérieur, avec une petite couche d'oolite ferrugineuse, comme à Saint-Priest-lez-Privas; j'y ai trouvé *Belemnites tripartitus*, *Ammonites bifrons*, *A. complanatus*, *A. radians*, etc. L'étage bajocien me paraît également bien caractérisé, immédiatement au-dessus; il comprendrait une couche de grès à grosses Térébra-tules, puis des calcaires bleus siliceux que la Société a examinés et sur lesquels repose la petite couche ferrugineuse kellovienne. Dans ces calcaires bleus eux-mêmes j'ai trouvé plusieurs Ammonites qui me semblent justifier le classement de cette assise dans l'étage bajocien. Ainsi la base de Crussol offrirait exactement la même coupe que les environs de Privas, avec plus de netteté encore dans les caractères paléontologiques des diverses couches.

M. Rozet fait observer que la constitution géologique de la montagne de Crussol est la représentation de celle des Alpes; dans ces deux contrées, la superposition est la même: des grès à la base, au-dessus l'étage bajocien, au-dessus encore les étages callovien et oxfordien. C'est un fait remarquable que cette continuation des terrains alpins de l'autre côté du Rhône.

M. Barrande fait la communication suivante :

Remplissage organique du siphon dans certains céphalopodes paléozoïques.

Dans une communication que j'ai eu l'honneur de faire à la Société, sur le genre *Ascoceras*, j'ai eu l'occasion de mentionner en passant le fait du remplissage organique du siphon dans les Orthocères du groupe des *vaginati*, et nommément dans *O. duplex* du nord de l'Europe, et dans les formes analogues du nord de l'Amérique, auxquelles J. Hall a donné le nom de *Endoceras*. (Séance du 22 janvier et du 19 février 1855.)

L'observation de ce fait, dans ce groupe, nous a permis de

mieux interpréter les apparences des fossiles qui lui appartiennent et que leurs formes et leur haute antiquité rendent doublement intéressants pour la science. Mais les animaux du groupe des *vaginati* n'ont pas été les seuls doués de la faculté de sécréter un dépôt organique, destiné à obstruer successivement la capacité de leur siphon. Nos recherches étendues à tous les céphalopodes anciens, dont les restes nous sont accessibles, et principalement aux Nautilides, nous ont conduit à reconnaître que l'obstruction graduelle du siphon avait lieu, non-seulement dans les autres groupes du genre *Orthoceras*, mais encore dans d'autres genres voisins, tels que *Cyrtoceras*, *Phragmoceras* et *Gomphoceras*.

En général, d'après les résultats de nos investigations jusqu'à ce jour, le dépôt organique se reconnaît aisément, et sauf peu d'exceptions, dans tous ceux des Nautilides qui ont un large siphon, tandis qu'on n'en trouve pas la trace certaine dans ceux qui ont un siphon étroit. Cette observation nous aide à concevoir pourquoi nous n'avons pas pu réussir à constater la présence d'un semblable dépôt dans les siphons des Ammonides, qui ont ordinairement un très faible diamètre. On sait, d'ailleurs, combien il est difficile de se procurer des exemplaires qui se prêtent à de pareilles recherches. Nous engagerons donc les savants, pourvus des matériaux nécessaires, à s'assurer de la généralité du fait que nous n'énonçons qu'avec réserve, relativement à la famille des Ammonides.

Dès qu'il nous a été démontré que certains Nautilides, constituant une portion notable de cette famille, sous le rapport numérique des espèces, avaient régulièrement et normalement obstrué leur siphon durant le cours de leur existence, il nous a semblé que ce fait mériterait d'être étudié sous un double point de vue. D'abord, dans l'intérêt de la zoologie, il doit être utile de constater, dans les céphalopodes les plus anciens, l'activité des sécrétions émanant des diverses parties du corps, la forme, la position, l'étendue, et les effets de ces dépôts organiques, afin de bien apprécier les rapports qui peuvent exister, non-seulement entre les représentants de cette classe, aux diverses époques du monde, mais aussi entre les céphalopodes et les autres classes des mollusques.

En second lieu, au point de vue de nos études géologiques, vous concevrez combien il doit être important pour le paléontologue, qui étudie les formes extérieures, et la structure interne des coquilles polythalamies avant leur fossilisation, de reconnaître en même temps toutes les modifications que cette structure pouvait

subir, suivant les progrès de l'âge de l'animal. En effet, les modifications du siphon, par le dépôt organique, changeraient déjà l'apparence de la coquille, lors même que ce dépôt n'aurait point été altéré depuis la mort du mollusque, et pourraient induire à des distinctions spécifiques erronées. Mais si l'on considère toutes les réactions variées, que les dépôts organiques peuvent avoir subies, suivant les divers milieux où les coquilles ont été ensevelies, durant tant de siècles, on concevra que les individus d'une même espèce ou d'un même genre, pourraient bien s'offrir à nous sous des apparences si diverses, que nous serions naturellement entraînés à les classer sous différentes dénominations génériques. C'est là, précisément, ce qui a eu lieu pour des fossiles appartenant, selon nous, à un seul et même groupe du genre *Orthoceras*, tandis que des savants, d'une autorité très respectable, en ont fait les types des genres *Actinoceras*, *Ormoceras*, etc.

Or, s'il n'y a pas grave inconvénient à méconnaître un genre en zoologie, il n'en est pas de même en paléontologie, puisque la présence ou l'absence des mêmes types nous fournit des arguments pour établir nos horizons géologiques à grandes distances. Il est, d'ailleurs, très fâcheux en soi, de compliquer la nomenclature par des noms inutiles, qui ajoutent aux difficultés de la science.

D'après ces considérations, et dans le but spécial de faire rentrer dans le genre *Orthoceras* les formes qui en ont été séparées sous les noms de *Actinoceras*, *Ormoceras*, *Conotubularia*, etc., nous nous proposons d'exposer à la Société, d'une manière générale et sans entrer dans beaucoup de détails, le fait du dépôt organique dans le siphon de certains Nautilides. Comme la solution de toutes les questions relatives aux restes fossiles des mollusques anciens est toujours facilitée et élucidée par l'étude des mollusques modernes, nous commencerons par communiquer quelques observations sur les procédés par lesquels certains gastéropodes vivants remplissent leur coquille, au fur et à mesure de leur développement. Nous appellerons donc successivement votre attention sur les sujets d'étude suivants :

- § I. Dépôt vitreux ou remplissage organique de la coquille dans les gastéropodes vivants et fossiles.
- § II. Remplissage organique analogue à celui des gastéropodes, dans le siphon des Orthocères dits *vaginati*.
- § III. Remplissage organique sous la forme d'anneaux obstruteurs isolés, dans les Orthocères à siphon cylindroïde.
- § IV. Remplissage organique sous la forme d'anneaux obstruteurs

contigus, dans les Orthocères à siphon nummuloïde, *O. docens*.

§ V. Interprétation des apparences offertes par les formes dites *Actinoceras* et *Ormoceras*.

§ VI. Remplissage organique dans diverses autres espèces d'Orthocères, à siphon nummuloïde, du nord de l'Europe.

§ VII. Remplissage organique dans divers genres, sous la forme de lamelles rayonnantes.

§ VIII. Observations générales sur le remplissage du siphon des céphalopodes.

§ I. — *Dépôt vitreux, ou remplissage organique de la coquille, dans les gastéropodes vivants et fossiles.*

On sait que dans plusieurs genres de gastéropodes des mers actuelles, l'animal, en s'élevant dans sa coquille, dépose sur les parois internes une substance solide, produite par sécrétion à la surface de sa peau ou manteau. Cette substance se distingue aisément de celle qui constitue le test primitif, ou externe, parce que ce test paraît toujours plus compacte, indépendamment de la teinte plus ou moins prononcée qu'il peut offrir. Le dépôt postérieurement formé à l'intérieur de la coquille est, au contraire, beaucoup moins dense en apparence, et souvent il paraît transparent comme du verre plus ou moins pur, ce qui lui a fait donner le nom de *dépôt vitreux* par les conchyliologues. Nous remarquons d'ailleurs, dans la plupart des cas, que la section du dépôt vitreux est rubanée, c'est-à-dire indique une formation par couches de densité, d'aspect et de couleur assez diverses, accusant des variations correspondantes dans les sécrétions, en raison sans doute de la nourriture prise par l'animal, ou d'autres circonstances analogues. Dans certaines espèces, le dépôt organique se montre comme une substance calcaire homogène, dans laquelle les couches successives ne sont plus distinctes, et alors toute la masse prend l'aspect rayonné et fibreux que l'on remarque dans la section transverse du rostre des Bélemnites, qui, comme on sait, a été aussi originellement formé de couches concentriques.

Lorsqu'un gastéropode a ainsi déposé un certain nombre de couches, soit sur la paroi interne de son test, soit sur sa columelle, on conçoit que le vide interne de sa coquille soit obstrué, et si l'animal progresse lentement de bas en haut, tout l'espace qu'il abandonne se trouve exactement rempli par le dépôt vitreux. C'est en effet ce que nous observons sur diverses coquilles, dont les sec-

tions longitudinales sont sous nos yeux, et qui appartiennent aux genres : *Strombus*, *Cassis*, *Terebra*, *Rostellaria*, etc. Ces coquilles ont été fort habilement préparées pour l'Exposition universelle par M. Philippe Potteau, préparateur au Jardin des plantes.

Il est bon de remarquer que le dépôt ne se fait pas seulement dans les tours les plus anciens, ou vers la pointe de la coquille, mais simultanément sur tous les tours, jusqu'au dernier construit, où nous en trouvons déjà la première trace, dans la plupart des genres nommés. Ce fait indique que la faculté de sécrétion s'étend sur toute la longueur du manteau, et non pas seulement à sa partie postérieure, ce qui aurait suffi, si le but du dépôt avait été uniquement d'obstruer l'espace abandonné par l'animal. Il est aussi important de faire observer au lecteur que, malgré l'extension que nous signalons pour cette faculté, toute la surface du corps ne paraît pas en jouir au même degré, car la columelle est ordinairement beaucoup moins chargée de dépôt vitreux que les parois internes du test. Dans beaucoup de cas, cet axe solide reste encore à nu, lorsque la surface de la coquille est déjà tapissée de nombreuses couches concentriques. Ainsi, la bande longitudinale du corps, qui s'applique sur la columelle, semble douée d'un pouvoir sécréteur, relativement très faible, par rapport au reste de la surface du manteau. Ce fait s'explique en concevant que l'adhérence des mollusques a lieu sur la columelle.

Le genre dans lequel nous observons le dépôt vitreux le plus abondant, est celui qu'on nomme *Magilus*. On sait que *M. antiquus*, Lamk., s'établit dans l'intérieur d'un polypier calcaire aux dépens duquel il vit, en étendant graduellement la crosse qui part de sa spire, au fur et à mesure de l'accroissement du polypier, de manière à maintenir à la surface de celui-ci une ouverture qui donne accès aux eaux de la mer. Ces conditions toutes particulières d'existence fournissant à *M. antiquus*, Lamk., une grande quantité de calcaire, on comprend l'étonnante activité de ses sécrétions. Des individus que M. Deshayes a eu la bonté de nous confier nous montrent un dépôt organique qui comble complètement toute la capacité de la partie spirale de la coquille, et qui se prolonge vers l'ouverture, en ne laissant dans la crosse elle-même qu'un canal conique, indiquant l'espace occupé par l'animal. Sur la section de l'un des spécimens, au point où la crosse se détache de la spire, (Pl. B, fig. 9), le dépôt vitreux présente l'aspect d'une masse d'albâtre fibreuse et rayonnante à partir du centre, où il reste à peine un vide de quelques millimètres de largeur et de profondeur. Toute trace de couches concentriques a déjà disparu dans cette substance,

d'une apparence homogène, et qui contraste, par sa translucidité, avec le test véritable de la coquille, qui est complètement opaque, et de couleur laiteuse. Nous remarquerons en passant que, par suite de l'extrême activité de la sécrétion vitreuse dans cette espèce, la surface du test proprement dit se réduit à une bande partant du sommet de la spire, et n'occupant sur la surface de ses tours qu'une largeur dont le maximum est de 4 millimètres.

Tous les gastéropodes que nous venons de mentionner obstruent leur coquille par des couches concentriques, superposées, sans laisser derrière eux aucun vide, ce qui suppose une progression à la fois lente et continue. D'autres genres, au contraire, tout en recouvrant la paroi interne de leur coquille par des dépôts plus ou moins abondants, s'avancent trop rapidement pour combler tout l'espace évacué par leur corps. Ils laissent donc en arrière des cavités qui ne sont remplies par aucune matière solide, mais sans doute par quelque gaz ou quelque liquide. Ces cavités sont fermées à leur partie supérieure par une cloison transverse, tournant sa concavité vers l'ouverture. Si l'existence des espaces vides indique dans la progression de l'animal des époques d'un mouvement accéléré, durant lesquelles la sécrétion ordinaire a dû être insuffisante pour le remplissage, la coexistence des cloisons nous montre de même des temps de repos, ou des stations périodiques de l'animal, dans sa marche ascensionnelle.

Le genre *Vermetus* nous présente à la fois, dans des espèces vivantes, la trace du dépôt vitreux par couches concentriques et des cloisons transverses. Mais si nous étendons nos regards sur les gastéropodes fossiles, une des espèces les plus connues des géologues, *Cerithium giganteum*, du bassin de Paris, nous offrira l'exemple le plus remarquable de ce double mode d'obstruction (Pl. B., fig. 8). Si l'on étudie la section longitudinale d'un individu bien développé, on y reconnaît d'abord le dépôt organique, sous la forme de couches rubanées, déposées sur la paroi interne du test, tandis que la columelle reste libre, excepté près de la pointe où nous la voyons chargée de substance vitreuse, sur la longueur de plusieurs tours. Ce dépôt présente une épaisseur variable et décroissante, à partir du sommet de la coquille jusque près de l'ouverture. Dans toute cette longueur, il reste un vide en raison inverse du dépôt. Ce vide est subdivisé par des cloisons transverses très distinctes, sub-régulièrement espacées, de sorte qu'il en existe au moins une, et parfois deux, dans l'étendue d'un tour de l'hélice. On peut constater la présence des cloisons sur le quart au moins de la longueur de la coquille, en commençant à l'extrémité aiguë. Dans l'état

de fossilisation, la substance formant le remplissage de cette espèce paraît beaucoup moins compacte que celle du test.

Nous ne doutons pas que beaucoup d'autres gastéropodes fossiles, soit de l'époque tertiaire, soit des époques géologiques antérieures, ne puissent nous fournir tôt ou tard de nouveaux exemples des mêmes procédés ou peut-être aussi de procédés tout différents, employés par les mollusques de cette classe, pour le remplissage de leur coquille. En attendant que ces recherches soient faites, nous nous bornerons à rappeler que dans le genre *Euomphalus*, si fréquemment rencontré dans les Faunes paléozoïques, l'extrémité aiguë de la spire est souvent subdivisée par des cloisons tout à fait semblables à celles des céphalopodes, si ce n'est qu'elles ne sont pas traversées par un siphon. Cette partie du fossile étant ordinairement remplie par du calcaire spathique, dans nos espèces, nous n'avons pas encore pu y reconnaître le dépôt organique en couches concentriques, sur les parois internes.

Nous ne terminerons pas ces indications sans signaler un fait nouveau, qui contribue à resserrer les liens nombreux par lesquels la classe des ptéropodes est unie à celle des gastéropodes. Parmi nos *Conularia* de Bohême, une espèce nouvelle, caractérisant notre faune seconde, *C. fecunda*, nous offre un test d'une épaisseur fort extraordinaire pour ce genre, car elle atteint près du quart du diamètre dans certains exemplaires. Or, ce test se compose de couches parallèles entre elles, et il nous semble par conséquent représenter le dépôt organique dont nous nous occupons. *Conularia fecunda* ne nous montre pas de cloisons, mais trois autres espèces de la même Faune, *C. bohémica*, *C. consobrina*, *C. anomala*, ont leur extrémité aiguë pourvue de quelques cloisons, tandis que leur test paraît fort mince et libre de tout dépôt interne.

Avant d'exposer nos recherches sur le dépôt vitreux, ou la substance qui le représente dans les céphalopodes, nous devons faire remarquer que ce dépôt ne peut pas être cherché dans toute la capacité de leur coquille, mais uniquement dans leur siphon, parce que le siphon seul contenant la partie postérieure du corps, ou son appendice charnu, correspond à toute la cavité interne renfermant le corps dans la coquille des gastéropodes. On sait que les loges aériennes des coquilles polythalamies, une fois construites et fermées, ne sont plus en contact avec la surface des mollusques ; ainsi les parois de ces loges ne peuvent recevoir aucun dépôt de la nature de celui qui nous occupe. D'après cette observation préliminaire, notre attention ne doit se porter que sur le siphon.

Le dépôt organique dans le siphon des céphalopodes se présente,

soit sous des formes tout à fait analogues à celles que nous venons de considérer dans les gastéropodes, soit sous des formes nouvelles, et jusqu'ici particulières à la première classe des mollusques. Afin de nous faire mieux comprendre, nous étudierons successivement ces diverses formes, qui paraissent généralement dépendre de la conformation de l'enveloppe siphonale.

§ II. — *Remplissage organique analogue à celui des gastéropodes, dans le siphon des Orthocères dits VAGINATI.*

Nous distinguerons deux procédés de remplissage dans ce groupe, suivant que le dépôt se présente sous l'apparence d'une masse continue, ou bien sous une forme discontinue.

A. — *Remplissage sous la forme d'une masse continue dans les Orthocères VAGINATI du Nord de l'Europe.*

Ce mode d'obstruction de la coquille est celui qui est le plus ordinaire parmi les gastéropodes, ainsi que nous venons de le constater. Il est donc tout naturel que nous le retrouvions dans ceux des Orthocères dont le siphon offre le plus d'analogie avec la coquille des conchifères, c'est-à-dire dans le groupe des *vaginati*. L'analogie que nous invoquons ici consiste en ce que le siphon des *vaginati* renferme la partie postérieure, plus ou moins développée, du sac viscéral, et par conséquent la portion du corps représentant celle qui possède au plus haut degré la faculté de sécréter le dépôt vitreux dans les gastéropodes. Dans une communication précédente (*Bullet.*, Séance du 22 janvier 1855) nous avons exposé les faits et considérations sur lesquelles nous fondons cette interprétation des dimensions extraordinaires du siphon, dans le groupe que nous venons de nommer.

En partant de cette analogie, et par conséquent regardant le siphon de *Orthoceras duplex*, et autres espèces congénères du nord de l'Europe, comme représentant le développement en cône droit de la coquille turriculée d'un conchifère, nous serons frappés de l'extrême ressemblance ou identité qu'offre le procédé d'obstruction dans l'un et dans l'autre cas. Nous avons en effet constaté dans le mémoire cité, que le dépôt organique des Orthocères dits *vaginati*, dans le nord de l'Europe, se compose de couches superposées, concentriques à la paroi, et remplissant graduellement tout le canal du siphon, à partir de la pointe, sauf le vide conique occupé par la partie postérieure des mollusques. C'est exactement ce qui

se passe dans les *Magilus*, *Cassis*, *Strombus*, etc., de nos jours. Ainsi, le groupe prédominant parmi les céphalopodes à l'époque de leur première apparition connue, c'est-à-dire dans la Faune seconde, est précisément celui qui offre le plus complet exemple du mode de remplissage le plus ordinaire dans les gastéropodes vivants.

Ce fait nous montre, en passant, qu'il est impossible de saisir les harmonies par lesquelles sont liées entre elles les diverses classes des mollusques et autres animaux, à moins qu'on n'embrasse à la fois, dans la comparaison, toutes les formes qui ont représenté la vie animale, durant l'immense série des temps.

B. Remplissage sous une forme discontinue dans les Orthocères VAGINATI du Nord de l'Amérique, connus sous le nom de ENDOCERAS.

Nous avons reconnu dans le genre *Vermetus* et dans *Cerithium giganteum*, parmi les gastéropodes, que le mollusque laissait à la fois la trace d'une progression lente et continue, dans les couches concentriques du dépôt vitreux qui tapisse la paroi interne de sa coquille, et aussi la preuve d'une ascension brusque, à certaines époques, dans les vides et les cloisons transverses qui se trouvent derrière lui. C'est encore le groupe des *vaginati* qui nous fournit l'exemple d'un procédé de remplissage analogue, dans les formes du Nord de l'Amérique, connues sous le nom de *Endoceras*. Nous avons en effet montré, dans le travail déjà cité, que le siphon de ces *Orthocères*, considéré dans son ensemble, offre une suite de gâines emboîtées les unes dans les autres. Ce sont des cloisons de forme conique, plus ou moins espacées, et indiquant, par les vides interposés, les ascensions brusques et périodiques du mollusque. Chacune de ces cloisons étant d'ailleurs composée de spath calcaire, déposé par couches concentriques comme dans *Orthoceras duplex*, et toujours plus épaisses vers le bas que vers le haut, ce fait prouve que l'animal, après chaque mouvement brusque, a progressé d'une manière lente et continue, durant un certain temps. Il y a donc encore la plus complète analogie dans le second procédé de remplissage observé sur certains mollusques appartenant aux deux classes des gastéropodes et des céphalopodes. (Voir le Mémoire cité et les planches qui l'accompagnent.)

Les procédés de remplissage dont il nous reste à parler, et qui sont le principal objet de notre communication, n'ont pas encore été observés dans les gastéropodes, et sont particuliers aux cépha-

lopodes. La plupart de ces procédés ne sont même connus jusqu'ici que dans les *Orthocères*, et paraissent dépendre de la forme de leur siphon. Cette considération nous détermine, dans la vue de notre étude actuelle, à établir dans ce genre deux groupes fondés uniquement sur la forme du siphon, indépendamment de tous les groupes proposés antérieurement sous les noms de *regulares*, *annulati*, *lineati*, *cochleati*, etc. Nous distinguerons donc seulement : 1° les *Orthocères à siphon cylindroïde*, et 2° les *Orthocères à siphon moniliforme ou nummuloïde*.

Il est loin de notre pensée de considérer ces deux groupes comme bien tranchés dans la nature. Nous sommes, au contraire, persuadés qu'ils sont liés entre eux par des espèces de passage, que nous signalerons ailleurs. Mais il faut bien adopter quelques divisions plus ou moins naturelles, si l'on veut établir l'ordre dans l'étude de la nature.

Un fait, qui tend à montrer l'intime connexité de ces deux groupes provisoires, c'est que dans l'un comme dans l'autre, le dépôt organique s'opère sous la forme de bandes plus ou moins épaisses et horizontales, que nous nommons *anneaux obstruc-teurs*. Nous étudierons ces anneaux dans les deux groupes séparément, parce qu'ils sont isolés dans le premier, et contigus dans le second, ce qui donne lieu à des apparences très différentes.

§ III. — Remplissage organique sous la forme d'anneaux obstruc-teurs isolés, dans les *Orthocères à siphon cylindroïde*.

Lorsque le siphon est à la fois cylindrique et relativement très étroit, nous n'observons aucun dépôt organique dans son intérieur, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus.

Afin de mieux fixer les idées, nous citerons les dimensions de quelques espèces caractéristiques et les plus communes de notre étage calcaire inférieur E, Faune troisième. Nous désignerons le diamètre de la coquille par D, et le diamètre correspondant du siphon par d.

Dans <i>O. striato-punctatum</i> , Münst. .	$\frac{d}{D} = \frac{1}{20}$
<i>O. originale</i> , Barr.	$\frac{d}{D} = \frac{1}{10}$
<i>O. bohemicum</i>	$\frac{d}{D} = \frac{1}{10}$

Aucun exemplaire de ces espèces ne nous permet de reconnaître

la trace d'un dépôt organique quelconque. Près de la chambre d'habitation le siphon est pénétré sur une longueur plus ou moins grande par la roche ambiante, et tout le reste de sa capacité est ordinairement rempli de calcaire spathique, qu'on ne distingue en rien de celui qui a été déposé dans le vide des loges aériennes.

Dans *O. sub-annulare* Münst., ou du moins dans une forme de notre étage E qui paraît très rapprochée, le rapport $\frac{d}{D} = \frac{1}{6}$.

Comme cette espèce de Bohême nous présente dans son siphon un dépôt organique très bien caractérisé, nous pouvons la considérer comme nous offrant jusqu'à ce jour la limite inférieure de la largeur du siphon, au-dessous de laquelle un semblable dépôt n'a pas été constaté.

Lorsque le siphon dépasse, par son diamètre, la limite que nous venons d'indiquer, il porte le plus souvent la trace d'un dépôt organique, à moins qu'on n'ait sous les yeux un fragment d'un jeune individu, ou bien la partie la plus rapprochée de la chambre d'habitation, dans la coquille d'un adulte.

Les spécimens sur lesquels ce dépôt peut être bien observé sont ceux qui montrent une section longitudinale dirigée suivant l'axe du siphon. Or, en étudiant quelques centaines de semblables sections que nous a préparées M. Philippe Potteau, préparateur au Jardin des Plantes, nous avons été frappé d'une apparence particulière dans le remplissage aux points qui correspondent aux étranglements du tube siphonal, c'est-à-dire au droit des cloisons, (Pl. A., fig. 1). A ces points, on aperçoit ordinairement de chaque côté, dans l'intérieur du siphon, une petite surface, bien définie, et qui contraste par sa couleur avec la teinte moins foncée du calcaire spathique, occupant le reste du canal. Cette surface offre le plus souvent un contour réniforme, et la cloison aboutit au point de son périmètre, qui figure l'angle rentrant dans le rein. Si l'on a sous les yeux un fragment un peu long d'*Orthocère*, on remarque bientôt que l'étendue de ces petites surfaces réniformes va en croissant, à partir de la chambre d'habitation vers la pointe de la coquille. Dans la partie la plus récemment construite du siphon l'apparence que nous étudions se borne à un gros point, de couleur foncée, de chaque côté, dans la partie étranglée. Si l'on s'avance dans les éléments plus anciens, on voit que ce point s'élargit et devient une surface de plus en plus étendue, de sorte qu'elle obstrue de plus en plus le canal interne. Elle finit par le fermer complètement, sur une certaine longueur, au droit de l'étranglement, et en pénétrant plus ou moins dans chacun des deux élé-

ments contigus du siphon. Plus ces éléments sont allongés, plus il reste d'intervalle, dans chacun d'eux, entre les surfaces qui indiquent l'obstruction du canal.

L'apparence que nous venons de décrire, en suivant l'ordre de nos observations, étant toujours la même, quelle que soit la direction de la section longitudinale, par rapport à un axe déterminé dans la section transversale de l'Orthocère, il s'ensuit que la surface réniforme représente, de chaque côté, la section d'un anneau appliqué sur la paroi interne du siphon.

Si l'on considère la position constante d'un semblable anneau dans les étranglements, sa forme sub-régulière, sa couleur toujours différente de celle du remplissage adventice, et son volume croissant de plus en plus vers la pointe de la coquille, jusqu'à ce qu'il produise une complète obstruction, on ne pourra lui assigner d'autre origine qu'une sécrétion animale. Cette conclusion est puissamment confirmée par la disposition en couches concentriques qu'on observe assez souvent dans la substance de l'anneau. Si cette disposition n'est pas toujours visible, on comprend aisément qu'elle ait été effacée par les réactions moléculaires durant tant de siècles. Il nous arrive aussi de voir dans certains Orthocères un vide annulaire à la place de l'anneau obstruteur, tandis que le reste du siphon et les loges à air sont complètement remplis de calcaire spathique. Ce vide, dans cette position régulière, au droit de chaque étranglement, n'a pu se produire que par la dissolution d'une substance relativement plus soluble que les autres matières qui constituent le remplissage. Or, cette solubilité plus grande se conçoit très bien dans un dépôt d'origine organique, et contenant par conséquent les éléments de l'acide carbonique, qui facilite la solution du carbonate de chaux. Ainsi, toutes les circonstances observées sont en parfaite harmonie avec notre interprétation.

La comparaison d'un très grand nombre de spécimens appartenant à diverses espèces nous montre que l'anneau obstruteur peut offrir une assez grande différence de volume sur les points opposés de son périmètre. On trouve souvent, dans la section longitudinale du siphon, l'une des surfaces réniformes relativement bien plus développée que l'autre. Mais il y a toujours régularité en un point, savoir : que la partie la plus épaisse de l'anneau correspond à une même ligne ou bande longitudinale du canal, et il en est de même de la partie la plus mince, placée vis-à-vis. Ce fait indique une activité de sécrétion inégale sur les côtés opposés du cordon charnu du siphon, et il est en parfaite harmonie avec l'observation que nous avons faite antérieurement au sujet du dépôt organique

dans le siphon de *Orthoceras duplex*, où l'on trouve la même irrégularité. (*Mém. cité.*)

Puisque les anneaux obstruteurs sont isolés, et plus ou moins distants l'un de l'autre, dans le groupe d'Orthocères que nous étudions, nous devons reconnaître que le cordon charnu de ces mollusques, après une période d'activité destinée à la construction de l'enveloppe siphonale, perdait la faculté de sécrétion sur sa surface, à l'exception de certaines bandes horizontales, au droit des étranglements du canal. Ces bandes, en sécrétant les anneaux obstruteurs, devaient être graduellement resserrées, et, par suite, le cordon charnu s'oblitérait complètement en chacun de ces points. La vie devait donc s'éteindre successivement dans chacun des éléments du siphon, lorsque l'occlusion de son ouverture supérieure s'opérait par le développement de l'anneau obstruteur. Rien de semblable n'a été observé jusqu'ici dans les céphalopodes vivants.

Nous avons d'abord observé les anneaux obstruteurs isolés, dans un assez grand nombre de nos espèces de Bohême; puis, nous les avons reconnus dans plusieurs formes d'Orthocères provenant de Saint-Sauveur-le-Vicomte, en Normandie, et appartenant à la collection de l'École des mines à Paris. Enfin, nous les avons aussi découverts dans une espèce suédoise, qui pourrait être *O. angulatum*, Wahl., mais que nous nommons ainsi avec quelque doute. Ce spécimen fait partie de la belle collection de notre ami M. de Verneuil, qui a bien voulu nous permettre de le faire scier, et de le faire figurer dans notre ouvrage.

§ IV. — *Remplissage organique, sous la forme d'anneaux obstruteurs contigus, dans les Orthocères à siphon nummulôide. Ex.*
ORTHOCERAS DOCENS, Barr.

Les observations et figures publiées jusqu'à ce jour indiquent presque tous les siphons nummulôides ou moniliformes comme occupant une partie considérable du volume des Orthocères auxquels ils appartiennent. Nous connaissons cependant des espèces dont le siphon présente également la forme d'un chapelet, quoique son diamètre soit relativement très réduit, par rapport à celui de la coquille. Dans tous les cas où nous avons observé de semblables siphons de faible diamètre, il nous a été impossible de trouver la trace d'un dépôt organique dans leur intérieur. Sous ce rapport, quoique nous ne puissions pas assigner ici la limite des dimensions qui semblent exclure le dépôt, nous dirons que tout paraît se

passer à peu près comme nous l'avons constaté pour le groupe précédent. Pour peu que le diamètre du siphon moniliforme devienne considérable, nous voyons dans son intérieur des anneaux obstrueteurs, analogues à ceux que nous venons de décrire, mais avec des circonstances qui exigent plus d'attention.

Afin d'initier plus aisément le lecteur à notre manière de voir, nous lui ferons suivre la série de nos observations et déductions, du moins en ce qu'elles ont de plus important. Dans ce but, nous mettrons sous ses yeux les figures d'une espèce de Bohême, que nous nommons *Orthoceras docens*, et qui appartient à notre étage E, Faune troisième (Pl. A, fig. 2).

Cette espèce est précisément celle que nous avons assimilée, dans diverses publications, à *O. nummularius*, Sow., qui caractérise en Angleterre la même Faune, c'est-à-dire la division silurienne supérieure. Cette assimilation était fondée sur des fragments, dans lesquels les éléments du siphon offrent la même apparence que dans la figure du *Silurian system* (Pl. XIII, fig. 24). La section longitudinale de plusieurs autres spécimens de notre collection, en nous dévoilant une forme inattendue dans le siphon de cette espèce, a dû suspendre notre croyance au sujet de son identité avec la forme anglaise, du moins jusqu'à plus ample information. Le nom que nous donnons à la forme de Bohême constatera, dans tous les cas, combien nous croyons lui devoir pour notre instruction. Elle est, en effet, la première qui nous ait enseigné que le siphon, au lieu de se développer graduellement, comme le reste de la coquille, ainsi que nous l'avions admis jusqu'alors, pouvait décroître dans quelques espèces, c'est-à-dire éprouver une considérable réduction de son diamètre, lorsque le mollusque arrivait à une certaine période de sa vie. Ce n'est pas ici le lieu de nous étendre sur ce fait, sur lequel nous aurons à revenir dans un autre chapitre de notre ouvrage. Il nous était impossible de ne pas le constater en passant, puisqu'il doit frapper les yeux du lecteur par son étrangeté. Nous ajouterons seulement que, depuis la leçon reçue de notre *O. docens*, nous avons constaté une conformation semblable dans *O. imbricatum*, Wahl., de Suède, d'après divers exemplaires qui montrent la section longitudinale du siphon, et qui appartiennent à la belle collection de M. de Verneuil (Pl. C, fig. 15). Les savants qui jetteront un coup d'œil sur les siphons isolés, figurés par Bigsby (*Geol. Trans.*, 2 sér., vol. I, Pl. XXX, fig. 3, 4, 6, 7), seront sans doute disposés à les considérer, avec nous, comme autant d'exem-

ples de siphons nummuloides décroissants, appartenant à diverses espèces des régions siluriennes du nord de l'Amérique.

Revenant à l'objet de notre étude actuelle, nous ferons d'abord remarquer que l'exemplaire de *O. docens* (fig. 2) ne montre aucune trace de dépôt organique dans la partie supérieure de son siphon, c'est-à-dire dans celle qui offre une forme à peu près constante, après la réduction du diamètre. On voit seulement une couche uniforme de calcaire spathique blanc, recouvrant de chaque côté les cloisons et aussi l'enveloppe siphonale, partout où celle-ci est conservée. L'intérieur des loges à air et du siphon ont été envahis par la vase calcaire noire qui constitue la roche ambiante. Si nous descendons maintenant dans la partie du siphon, dont le diamètre va en croissant vers la pointe, en dépit de la loi ordinaire, nous n'apercevons encore aucun dépôt sensible au droit de l'ouverture supérieure du premier élément plus dilaté. Mais la section d'un anneau obstruteur peu développé apparaît dans l'étranglement inférieur de ce même élément, où elle est représentée par deux petites surfaces réniformes inégales. Au droit de l'étranglement suivant, les sections réniformes sont plus étendues, et elles se développent rapidement dans les autres éléments nummuloides, à mesure que ceux-ci croissent en diamètre, c'est-à-dire lorsqu'on s'avance vers la pointe de la coquille. Il résulte de ces observations que les anneaux obstruteurs consécutifs, au lieu de laisser entre eux un grand intervalle vide, comme dans le groupe précédent, finissent par s'étendre jusqu'au contact réciproque avant que le canal interne du siphon soit complètement obstrué. Cette différence tient évidemment à la forme aplatie des éléments nummuloides.

Bien que le contour ou test des divers éléments du siphon soit bien tracé sur une partie de son étendue, on peut remarquer qu'il a partiellement disparu sur divers points.

Nous observons enfin que chacun des anneaux obstruteurs a sa surface recouverte par une couche mince, noire, presque uniforme, et qui nous paraît devoir son apparence à la présence d'une substance pyriteuse, qui est commune dans les roches de cette localité.

Nous recommandons au lecteur le souvenir de ces deux observations, que nous aurons besoin d'invoquer ci-après.

Afin que les savants puissent se convaincre que ce ne sont pas des apparences fortuites ou exceptionnelles qui doivent servir de base à nos interprétations, nous avons figuré un autre spécimen de notre *O. docens* (fig. 3, 4). Il montre précisément la partie

la plus intéressante du siphon, c'est-à-dire celle où se fait la variation insolite de son diamètre. Or, cet exemplaire reproduit d'une manière identique tous les détails que nous venons de signaler dans le précédent, au sujet des anneaux obstruteurs. Nous ajouterons que nous retrouvons les mêmes apparences sur d'autres individus de notre collection. Ainsi, il nous sera permis de tirer quelques déductions de ces observations, comme de faits bien établis.

Figurons-nous *O. docens* à l'époque où la coquille était habitée par son mollusque vivant. D'après la conformation de *Nautilus Pompilius*, reconnue par M. Valenciennes, nous savons que le canal ou vide interne du siphon est occupé, dans ce céphalopode moderne, par un cordon charnu, creux dans l'intérieur. Guidés par l'analogie, nous concevrons donc le siphon de notre *O. docens* comme renfermant aussi un cordon charnu, non pas simplement cylindrique comme dans le Nautilé vivant, mais composé de sphéroïdes creux et aplatis, séparés les uns des autres par des cols ou étranglements prononcés. Cela posé, suivons les progrès du dépôt organique dont nous venons de constater l'existence, la position et la forme.

1° Puisque le dépôt se fait au droit de chaque étranglement, le premier effet des anneaux obstruteurs à mesure qu'ils se développent est de resserrer les cols, et, par conséquent, de provoquer un plissement longitudinal sur ces zones du cordon charnu, réduites à un moindre diamètre. En même temps que les cols se contractent, ils prennent aussi plus d'extension en longueur, suivant l'axe de la coquille.

2° Un autre effet simultané du grossissement des anneaux obstruteurs doit être d'aplatir les dilatations sphéroïdales du cordon charnu, en les comprimant à la fois par le haut et par le bas, jusqu'à la réduction des deux calottes opposées sur une surface commune, vers le milieu du sphéroïde, et que nous nommerons *plan d'écrasement*.

3° Or, on sait qu'une paroi sphéroïdale quelconque ne saurait être comprimée sur une surface plane ou de moindre courbure, sans éprouver des plissements. Ainsi, les deux calottes ou membranes sphéroïdales qui composent les dilatations du cordon charnu ne peuvent être appliquées sur un plan intermédiaire, sans que la membrane qui les forme ne donne naissance à des plis (Pl. B, fig. 10, 11). Dans le cas qui nous occupe, ces plis doivent avoir une direction rayonnante à partir de l'axe de la coquille. En effet, les sections des anneaux nous montrent que la membrane

sphéroïdale de chaque élément nummuloïde, restant appliquée sur la paroi siphonale jusqu'à ce qu'elle soit refoulée de haut en bas ou de bas en haut par le dépôt organique, est retenue dans un angle rentrant entre ce dépôt et la paroi du siphon. D'un autre côté, puisque les cols du tube charnu, graduellement resserrés, sont refoulés vers l'axe, il doit s'opérer une tension entre le centre et la circonférence. Cette tension doit donc faire naître des plis rayonnants dans chacune des calottes comprimées. Si nous considérons le moment où ce plissement s'est opéré, le sphéroïde de chaque élément est réduit à un état que nous pourrions comparer à une fraise ou collerette gaufrée autour d'un cou (fig. 11). La section de cette surface, par un plan vertical suivant la direction *cd*, nous offrirait deux lignes ondulées, irrégulièrement appliquées l'une et l'autre contre le plan idéal d'écrasement (fig. 13). On voit par cette figure que chaque pli tend à conserver un vide, et que les plis opposés l'un à l'autre maintiennent des vides plus grands.

4° L'inégalité déjà constatée dans le développement des anneaux obstruteurs, sur les points opposés de leur périmètre, nous fait concevoir que le plan d'écrasement des sphéroïdes charnus peut ne pas être horizontal. Si, de plus, le siphon est placé contre le bord de la coquille, ses éléments nummuloïdes n'étant plus eux-mêmes dans une position horizontale, le plan dont nous parlons peut prendre une plus ou moins grande inclinaison, ainsi que nous le montrent diverses espèces que nous figurons dans les planches de notre ouvrage.

5° Suivant les circonstances qui précèdent la mort de l'animal, l'aplatissement des membranes sphéroïdales peut être plus ou moins complet, et, pour fixer les idées, nous pourrions indiquer trois degrés distincts. — I. Il reste un intervalle notable entre les membranes, de sorte qu'elles ne se touchent pas encore, comme on le voit sur la figure 13, ou bien elles ne se touchent que par les saillies de leurs plis, en figurant une nappe ondulée. — II. L'écrasement ayant eu plus d'effet, il y a contact entre les calottes opposées, suivant des parties notables de leur surface, et le nombre des plis isolés qui maintiennent un vide est fort réduit (Pl. B, fig. 14). — III. Enfin, la pression des anneaux obstruteurs peut devenir telle qu'il ne reste plus aucun vide entre les calottes aplaties.

6° Dans les deux premiers degrés d'écrasement, puisqu'il y a des plis maintenant des vides, chacun d'eux figure un petit canal qui va s'ouvrir dans le canal central du siphon, avec lequel il n'a

pas cessé d'être en communication. Ainsi, dans ces deux cas, le canal central est pourvu, dans chaque élément nummuloïde, d'un certain nombre de petits canaux rayonnants qui aboutissent à la paroi siphonale. D'après les irrégularités que nous avons signalées, ces canaux verticillés peuvent offrir une disposition plus ou moins régulière, par rapport au canal longitudinal occupant l'axe du siphon.

7° Concevons maintenant qu'une coquille chargée de son dépôt organique, dans les conditions que nous venons d'indiquer, soit débarrassée de son mollusque, et puis enfoncée dans un milieu vaseux au fond des eaux. Il est clair que le canal central du siphon et les petits canaux verticillés qui communiquent avec lui; en supposant une pression suffisante, seront injectés et remplis par la substance vaseuse, qui doit se consolider comme moule intérieur du fossile, en même temps qu'elle constituera la roche ambiante. Nous pouvons supposer un remplissage quelconque des loges aériennes.

Isolons par la pensée le moule de roche formé par cette injection vaseuse; en faisant abstraction de tout le dépôt organique qui obstruait l'intérieur du siphon au moment de la fossilisation. Nous aurons évidemment l'apparence extraordinaire qui a donné lieu à l'établissement du genre *Actinoceras*.

Il nous reste à découvrir et à exposer la série des actions chimiques par lesquelles cette transformation de l'intérieur du fossile s'est opérée dans la suite des temps. C'est le sujet de l'étude à laquelle nous consacrons le paragraphe suivant.

§ V. *Interprétation des apparences offertes par les formes nommées:* *ACTINOCERAS, Bronn, et ORMOCERAS, Stokes.*

A. *Actinoceras*, Bronn.

Bien que le docteur Bigsby se soit borné à décrire succinctement et à figurer les *Orthocères* de l'île de Thessalon, dans le lac Huron, on doit le considérer comme ayant donné lieu par ce travail à la fondation du genre *Actinoceras*, car c'est lui qui a introduit dans la science l'idée d'un tube interne placé dans l'axe du siphon et garni de rayons verticillés, c'est-à-dire disposés comme les rayons d'une roue. Voici le passage où le docteur Bigsby expose cette idée.

Après avoir dit que les *Orthocères* en question ont une forme conique, des extrémités émoussées, hémisphériques, et des cloisons concaves, il ajoute : « Le siphon est grand, placé latérale-

» ment, et offre une dilatation dans chaque intervalle entre les
» cloisons. Il existe un tube dans toute la longueur de l'axe de ce
» siphon. Ce tube projette sur les parois du siphon, au milieu de
» chaque dilatation, à angle droit par rapport à lui-même, des
» rayons nombreux, verticillés, comme les rayons d'une roue.
» Ces rayons semblent varier en nombre, et ne peuvent être exac-
» tement comptés, à cause des cristaux de spath calcaire dont ils
» sont complètement recouverts. Cependant leur nombre est de
» seize environ, aux points où les rayons prennent leur origine. Le
» tube porte des anneaux dilatés ; entre ces anneaux, il y a des
» lignes longitudinales, saillantes, conduisant aux rayons. Le tube
» diminue de diamètre vers le bout inférieur (petit bout) de la
» colonne ; mais cette diminution n'est pas toujours régulière ni
» uniforme dans divers spécimens. » (*Geol. Trans.*, 2^e série, I,
198, Pl. XXV, fig. 1, 2, 3, 1822.)

Les figures données par le docteur Bigsby sont en parfaite harmonie avec la description que nous venons de traduire, et nous les reproduirons dans notre ouvrage.

Le professeur Bronn, justement frappé par cette conformation extraordinaire du siphon, mais n'ayant pas sous les yeux les exemplaires décrits, crut convenable de les classer dans un nouveau genre, pour lequel il créa le nom *Actinoceras* (*Leth. geogn.*, 97, Pl. I, fig. 8. 1834). Depuis cette époque, la plupart des paléontologues ont adopté ce genre, et, par conséquent, ont implicitement admis comme naturelle la conformation sur laquelle il est fondé. Très récemment encore, M. L. Saemmann a consacré une grande partie de son savant mémoire sur les Nautilides à exposer très habilement toutes les circonstances qui peuvent contribuer à faire admettre l'existence d'un tube central, projetant des canaux ou rayons verticillés dans le siphon moniliforme des *Actinoceras* (*Ueb. Nautil. in Palæontogr.*, III). Pour oser combattre des opinions si généralement adoptées, et qui semblent si bien établies par tant de respectables autorités, il faut que nous soyons entraîné par une bien profonde conviction.

Avant d'aller plus loin, nous ferons d'abord remarquer que, si le tube central eût existé dans le siphon des *Actinoceras*, il devait être constitué par un test semblable ou analogue, soit au test des cloisons, soit à celui du siphon lui-même. Or, la paroi testacée du siphon et des cloisons se rencontre assez fréquemment, plus ou moins bien conservée, dans les *Actinoceras* de diverses contrées. Comment se fait-il qu'on n'ait jamais constaté la présence ou la trace indubitable du test formant le tube central dans ces mêmes

fossiles? Il serait difficile de résoudre cette question, si ce test a réellement existé dans la coquille. Dans la conviction de cette existence, M. L. Saemann a représenté le tube central avec ses canaux verticillés dans une belle figure idéale qui fait très bien concevoir la forme de cette conception (*loc. cit.*, Pl. XVIII, fig. 1, *h.*).

En second lieu, l'admission du tube central, tel qu'on nous le représente, offre une difficulté par rapport à la structure de l'appareil siphonal. D'après les figures citées de Bigsby, et surtout d'après le texte et les figures de M. Saemann (*loc. cit.*, p. 150, Pl. XVIII, fig. 1, *a.*), le tube central ne serait soudé à l'enveloppe siphonale que par son bord supérieur, c'est-à-dire au droit de la cloison la plus élevée ou la plus récente. Or, dans un Orthocère, toutes les cloisons correspondent à autant de stations semblables, durant la croissance de l'animal et la construction de sa coquille. Si le tube central, qui ne remplit pas le canal interne du siphon, s'évase au droit de la dernière cloison, pour se souder à l'ouverture de l'enveloppe siphonale, la même disposition devrait se reproduire au droit de chaque cloison, car chacune d'elles a joui pendant un temps du privilège d'être la dernière. Il en résulterait une série de tubes invaginés les uns dans les autres, à peu près comme les goulots des cloisons que nous avons décrits dans un précédent mémoire au sujet des Orthocères *vaginati*. Aucun fossile ne montre la trace d'une semblable structure dans les *Actinoceras*, et il reste à donner la solution de cette difficulté, si l'on admet le tube interne.

Loin de chercher à épuiser les objections qu'on pourrait encore faire contre la conception du siphon des *Actinoceras*, nous passons à l'observation des faits qui, combinés avec ceux que nous a révélés *O. docens*, doivent nous guider dans notre interprétation des apparences connues.

Nous devons à la grande obligeance de M. Charles d'Orbigny la facilité que nous avons eue d'étudier, durant plusieurs mois, divers Orthocères appartenant à la belle collection géologique confiée à ses soins, et formée sous la direction de M. Cordier, au Jardin des Plantes. Ces échantillons ont été recueillis à diverses époques, en Amérique, par M. le comte de Castelnau et par M. Jules Marcou. Ils offrent donc tous les caractères désirables d'authenticité géologique. Nous aurons occasion d'en citer plusieurs dans le cours de nos études générales sur les céphalopodes, mais en ce moment nous nous bornons à l'examen d'un seul exemplaire, qui est le plus instructif pour le sujet que nous traitons (Pl. B, fig. 7).

Ce spécimen a été décrit et figuré par le comte de Castelnau sous le nom dubitatif de *Actinoceras Richardsoni*? Stokes, dans son ouvrage publié en 1843 (*Essai sur le syst. silur. de l'Amér. septentr.*, p. 30, Pl. VII, fig. 2). La figure que nous citons ne donnant pas les détails importants que nous distinguons sur l'original, nous avons cru devoir faire exécuter un nouveau dessin que le lecteur trouvera sur notre planche. Nous avons isolé le fragment intéressant d'un autre qui ne montre rien, et qui a été figuré originairement avec lui. L'état de conservation du morceau que nous décrivons ne permet pas de bien reconnaître si la section transverse de la coquille était un cercle ou une ellipse aplatie. Nous comptons environ seize loges à air dans la longueur totale de ce fragment qui est de 140 millimètres, et, comme leur hauteur ne paraît pas varier beaucoup, on peut admettre que chacune d'elles occupe, en moyenne, près de 9 millimètres.

Avant tout, nous devons faire remarquer que ce morceau a été recueilli par le savant voyageur sur l'île du lac Huron, dite *petite Manitouline*, et qui n'est séparée de l'île Drummond que par un canal fort étroit. Au contraire, les formes analogues les plus anciennes que nous connaissions, d'après Bigsby et Stokes, proviennent de l'île Thessalon, située un peu plus au nord, dans le même lac. Cette circonstance mérite d'être notée, parce qu'elle suffirait pour faire concevoir, à elle seule, certaines différences dans les apparences de ces divers spécimens, lors même qu'ils appartiendraient tous à une seule et même espèce.

Nous distinguons dans le fossile lui-même deux substances différentes. L'une, qui donne à l'ensemble sa couleur jaunâtre, paraît être le résultat d'un dépôt chimique et cristallin de calcaire dolomitique, qui aurait recouvert toutes les surfaces internes de la coquille, immédiatement après la mort de l'animal, ou du moins avant tout autre remplissage inorganique. Par suite de la dissolution complète du test, cette substance constitue actuellement la charpente de l'Orthocère, c'est-à-dire reproduit plus ou moins exactement la forme de ses éléments. L'autre substance, de couleur gris noirâtre, évidemment impure et mélangée de divers débris, représente la matière vaseuse, mais aussi calcaire, qui a pénétré par des fissures dans tous les vides internes du fossile, après le dépôt chimique que nous venons de signaler. C'est la même matière qui constitue la roche ambiante. Afin de bien comprendre la disposition relative et l'apparence actuelle de ces deux substances, nous examinerons successivement ce qui s'est passé à

l'égard du test externe de la coquille, à l'égard des cloisons, et enfin dans le siphon.

1° A l'égard du test externe, le calcaire jaune et cristallin, ainsi que nous venons de le dire, ayant recouvert presque uniformément toutes les parois internes de la coquille, se présente donc sur toute la surface apparente du moule que nous observons en l'absence du test.

2° Ce dépôt chimique, considéré dans chacune des loges aériennes où il s'est précipité, a tapissé également les parois des cloisons et la paroi interne du siphon, mais en laissant dans chacune de ces chambres un espace libre qui, à la suite de fissures, a été postérieurement rempli par la vase noirâtre et calcaire constituant la roche ambiante. Chaque cloison isolée a donc été enfermée entre deux couches plus ou moins épaisses de calcaire cristallin. Or, dans l'état actuel du fossile, nous voyons très distinctement que la cloison elle-même a été dissoute, et qu'il en est résulté un vide entre les deux couches dolomitiques déposées sur ses deux parois. Mais il est important de remarquer que ce vide, au lieu de représenter exactement la cloison, c'est-à-dire une lamelle régulière, offre presque partout un espace plus grand que celui qui correspondrait à l'épaisseur de cette lamelle, et d'ailleurs plus ou moins dilaté et irrégulier dans les diverses parties du fossile. Les parois qui circonscrivent ces cavités sont couvertes d'assez grands cristaux, que M. Delesse a reconnus comme des cristaux rhomboédriques de dolomie ferrifère.

Ce fait nous enseigne qu'à la suite des réactions moléculaires qui ont eu lieu, entre la substance calcaire de la cloison d'origine organique et les deux couches dolomitiques cristallines d'origine inorganique qui la renfermaient entre elles, toute la matière provenant du dépôt animal a été dissoute, tandis que la matière due au dépôt chimique a persisté, mais en subissant sur la surface de contact, c'est-à-dire celle où s'exerçait la réaction, deux notables modifications, savoir : une dissolution partielle, indiquée par la forme de l'espace vide, et une nouvelle disposition moléculaire, attestée par les beaux cristaux qui tapissent toutes les parois des cavités actuelles.

Cette observation, combinée avec celles que nous a fournies *O. docens*, nous procurera la complète intelligence des phénomènes qui ont dû se passer pour donner au siphon les apparences singulières sous lesquelles il se présente à nos yeux. Pour faire concevoir pourquoi la cloison se dissout plus aisément que les

substances qui la recouvrent, nous rappellerons qu'elle est d'origine organique, et qu'ainsi elle contient les éléments de l'acide carbonique, qui doit beaucoup contribuer à la dissolution du carbonate calcaire.

3° Les contours des éléments nummuloïdes du siphon sont encore assez clairement dessinés par la couche du dépôt chimique qui s'est moulé sur la surface externe de leur test, c'est-à-dire sur la paroi exposée dans chacune des loges aériennes. Ces éléments, dont le grand diamètre horizontal est à peu près constant de 25 millimètres sur toute la longueur du spécimen, sont séparés par des étranglements arrondis, d'environ 5 millimètres de profondeur de chaque côté, de sorte que le canal interne est réduit à 15 millimètres aux points de resserrement. La forme générale du siphon étant ainsi bien définie, nous voyons que sa capacité intérieure est occupée par un axe volumineux, conique, qui s'amincit rapidement en allant vers le petit bout de l'Orthocère. Cet amincissement se reconnaît aisément, si l'on observe que vers le haut du fossile, l'axe remplit presque complètement le canal du siphon dont nous venons de constater les dimensions uniformes, tandis que vers le bas il reste de grands vides de chaque côté. L'axe apparent présente d'ailleurs des dilatations et des étranglements alternatifs, et qui correspondent à la forme de l'enveloppe siphonale déjà décrite, de telle sorte qu'on ne saurait méconnaître que les contours de l'axe sont subordonnés à ceux du siphon. Quant à la matière qui constitue cet axe, nous voyons qu'il est rempli à l'intérieur par le calcaire noirâtre, impur, d'origine vaseuse, déjà signalé dans les loges à air, tandis que sa surface externe est formée par une couche jaune de calcaire cristallin, semblable à celui qui tapisse les autres parois du fossile.

La surface de cette couche jaune porte la trace peu distincte de quelques plis ou sillons longitudinaux plus ou moins apparents, entre les cristaux dont elle est couverte. Ces plis paraissent plus marqués sur un fragment figuré par le comte de Castelnau (*loc. cit.*, Pl. VIII, fig. 2 *ab*).

Au droit de chaque dilatation de l'axe, nous voyons une sorte d'expansion transverse qui, sous l'aspect d'une nappe plus ou moins épaisse et irrégulière, s'étend jusqu'à la partie concave de l'élément siphonal correspondant, sur la paroi duquel elle se soude. Cette nappe est ondulée par des sillons qui rayonnent à partir de l'axe vers le bord du siphon, et on pourrait la concevoir comme résultant d'un grand nombre de rayons soudés ensemble (Pl. B, fig. 11).

D'après ce qui vient d'être dit sur la rapide diminution de l'épaisseur de l'axe, en allant du haut vers le bas, on conçoit que les nappes doivent, au contraire, offrir une étendue de plus en plus considérable dans le même sens. La direction qu'elles nous montrent est un peu variable. Vers le gros bout de l'axe, c'est-à-dire dans la région de leur moindre développement, elles paraissent sensiblement horizontales. Vers le petit bout, où elles offrent le plus de longueur, elles prennent une courbure dont la concavité est tournée vers le haut.

La substance qui forme ces nappes est le même calcaire jaune dolomitique qui recouvre l'axe, et qui, sur toutes ces parois, offre des cristaux très bien formés et très serrés. Le spécimen présentant sur les dilatations de l'axe la base des nappes brisées, nous pouvons reconnaître que le calcaire impur constituant le noyau du tube central pénètre par quelques canaux très étroits dans ces nappes, et figure ainsi des rayons verticillés. Le diamètre de ces rayons est, pour ainsi dire, réduit à un point noir qu'on ne distingue bien qu'à la loupe au milieu des cristaux, mais nous les avons indiqués sur la figure avec une plus forte dimension, afin de rendre leur existence sensible au lecteur.

Après avoir ainsi bien constaté toutes les apparences du siphon, il nous est aisé d'en concevoir l'origine, en nous rappelant les observations faites sur *O. docens* et les déductions que nous en avons tirées ci-dessus.

Figurons-nous le siphon nummuloïde dans la coquille d'un individu adulte et âgé, c'est-à-dire qui aurait sécrété un dépôt organique semblable à celui que nous trouvons dans *O. docens* de Bohême, et que nous avons aussi reconnu, sous de semblables apparences, dans une espèce d'Amérique provenant de *Watertown, Black river group*. C'est celle que J. Hall a décrite sous le nom d'*Ormoceras tenuifilum* (*Pal. of N.-York*, I, 55, Pl. XV, XVI, XVII). Nous en figurons dans notre ouvrage divers exemplaires fort instructifs, que nous devons à la complaisance de M. de Verneuil.

Le spécimen qui nous occupe, et qui provient du lac Huron, n'a pas été immédiatement rempli par la vase calcaire après la mort de l'animal. L'étude des loges à air nous a montré que la coquille a d'abord été plongée dans un liquide, qui a déposé une couche presque uniforme de calcaire cristallin sur toutes ses parois internes. Ce dépôt chimique a donc dû recouvrir non-seulement la surface du canal conique resté vide dans l'axe du siphon par la décomposition du mollusque, mais encore les parois resserrées des

anneaux obstruteurs, entre lesquelles les membranes nummuloides se trouvaient comprimées et comme gaufrées, en maintenant entre elles un certain vide.

Le dépôt chimique ayant eu lieu, concevons la coquille transportée dans un fond vaseux, en éprouvant des chocs qui ont plus ou moins ouvert les joints de ses compartiments. Il est clair que cet Orthocère, déjà très chargé par le poids du dépôt organique et par celui du dépôt chimique, se sera assez profondément enfoncé dans la vase. Il est donc tout naturel que la pression ait injecté cette vase dans tous les espaces qu'aucune substance solide n'avait envahis jusqu'alors, c'est-à-dire dans l'intérieur des loges aériennes, dans le canal conique, au milieu du siphon, et enfin dans quelques petits canaux encore non comblés, entre les plis ou gaufrures des membranes nummuliformes aplaties.

Par cette injection et la solidification des matières, soit injectées, soit ambiantes, la fossilisation de l'Orthocère a été complète, sans qu'il eût nécessairement rien perdu ni de son test, ni de son dépôt vitreux, c'est-à-dire organique.

Est-ce immédiatement après cette fossilisation ou bien à une époque postérieure qu'a eu lieu la réaction moléculaire entre les substances d'origine diverse, constituant primitivement le fossile? C'est ce que nous ne saurions déterminer d'après aucun indice connu. Mais en laissant de côté la solution de cette question peu importante pour notre but, il nous suffit de rappeler que l'étude des cloisons et des loges aériennes du même exemplaire nous a clairement montré les effets de cette réaction, savoir : la dissolution totale des substances d'origine organique entre les dépôts d'origine inorganique, la dissolution partielle de ces derniers sur les parois de contact, et la formation de beaux cristaux dans les cavités géodiques, résultant du départ des matières dissoutes.

Or, toutes les apparences du siphon de notre Orthocère s'expliquent très simplement, si nous tenons compte de ces mêmes effets des réactions moléculaires. En jetant un coup d'œil sur la Pl. B, fig. 6, le lecteur y trouvera une section longitudinale, idéale, du fossile, considéré à l'époque où sa fossilisation venait de se compléter, sans qu'il eût subi aucune altération dans ses parties d'origine organique.

Puisqu'il est démontré que les substances d'origine organique se dissolvent par les réactions, supprimons par la pensée, sur cette figure idéale, le test constituant l'enveloppe siphonale, et aussi tout le dépôt vitreux accumulé dans le siphon. Que restera-t-il

alors? Il ne restera évidemment que l'axe central composé de calcaire vaseux, et recouvert par la couche de calcaire jaune cristallin. Ce même calcaire jaune, ayant pénétré dans le vide laissé par les membranes nummuliformes comprimées entre les anneaux du dépôt vitreux, figurera l'expansion ou nappe ondulée, qui s'étend à partir de chaque dilatation de l'axe jusqu'à la paroi opposée du siphon.

Le dépôt organique ayant eu nécessairement un plus grand développement vers le petit bout, c'est-à-dire dans la partie la plus ancienne de l'Orthocère, on conçoit pourquoi l'axe solide, qui représente aujourd'hui le canal occupé par l'appendice siphonal du mollusque vivant, doit diminuer de diamètre en allant vers le bas, tandis que les dimensions horizontales des éléments du siphon ne varient pas sensiblement dans la longueur de ce fragment. Par là sont aussi expliquées les différences dans le développement des nappes ou expansions qui, d'après une observation exposée ci-dessus, doivent varier en raison inverse du diamètre de l'axe solide du fossile. Quant aux diverses inclinaisons et autres petites irrégularités qu'on observe dans les apparences de ces expansions, on peut aussi s'en rendre aisément compte, en se rappelant ce que nous avons dit ci-dessus au sujet des formes irrégulières que prend le dépôt organique, observé dans divers individus d'une même espèce. Il est à peine nécessaire de remarquer qu'on doit aussi s'attendre à bien des déformations de figure, là où ont eu lieu de si puissantes réactions chimiques et de si belles cristallisations.

Voilà l'interprétation qui nous semble à la fois la plus complète et la plus naturelle de toutes les apparences que nous offre le fragment d'Orthocère nommé *Actinoceras Richardsoni*? par le comte de Castelnau. Cette forme, quelque compliquée qu'elle paraisse dans sa structure intérieure, d'après son état de conservation, peut donc être idéalement ramenée à la conformation simple et normale des *Orthoceras* à siphon nummuloïde, et appartenant au groupe des *cochleati*, Quenst.

L'ordre connu de la nature ne permettant pas d'admettre, en général, que divers individus congénères ont subi la même série d'événements ou d'accidents identiques et dans le même ordre de succession, nous ne supposerons pas que tous les Orthocères de l'espèce qui nous occupe, quand même ils proviendraient d'une même localité ou d'un même banc de roche, se présenteront aux observateurs sous un aspect exactement semblable à celui que nous avons sous les yeux. Nous devons, au contraire, nous attendre

à rencontrer dans chacun d'eux quelque particularité ou quelque modification d'apparence qu'on pourra toujours expliquer, si l'on tient compte des circonstances dans lesquelles chaque coquille a pu se trouver, soit durant la vie, soit après la mort de l'animal. Ainsi, le volume et la forme des anneaux résultant du dépôt organique, les chocs subis par la coquille flottante, la rupture de diverses parties internes, l'introduction de matières étrangères dans une partie des loges à air, les dépôts et actions chimiques du milieu ambiant et autres causes semblables, ont dû exercer des influences très variées sur les divers individus ou fragments que nous pouvons étudier. C'est ce que nous reconnaissons très bien sur le petit nombre de spécimens rapportés des îles du lac Huron par M. le comte de Castelnau. Par exemple, le fragment nommé *Actinoceras Cordieri*, Cast., quoique spécifiquement identique avec *A. Richardsoni* ? qui vient d'être décrit, nous offre quelques différences notables, savoir :

1° Certaines loges à air semblent avoir été partiellement remplies de calcaire vaseux avant le dépôt chimique du calcaire jaune, car dans ces loges, nous voyons, entre les deux couches de ce dépôt qui enferment une même cloison, un espace irrégulier indiquant que la surface inférieure de cette cloison était déjà couverte par une matière étrangère lorsque la précipitation cristalline jaune a commencé.

2° Quelques-uns des vides, formés par la dissolution de la substance des cloisons dans les chambres à air et du dépôt organique ou vitreux dans le siphon, ont été postérieurement remplis par l'introduction du carbonate de chaux que nous trouvons en masse cristalline très pure, contrastant par sa couleur avec la roche ancienne du fossile.

Dans notre ouvrage, nous donnerons la description de plusieurs formes, qui feront mieux concevoir les diverses apparences sous lesquelles une même espèce peut se présenter à l'état fossile.

Bien que nous n'ayons pas sous nos yeux les exemplaires originaux figurés par Bigsby (*Geol. Trans.*, 2^e sér., I, Pl. XXV, fig. 1, 2, 3), quelques circonstances nous encouragent à en essayer l'interprétation. D'abord, ces spécimens ont été recueillis tous les trois sur l'île Thessalon, dans le lac Huron, c'est-à-dire à peu de distance de l'île Manitouline, d'où proviennent les morceaux rapportés par M. le comte de Castelnau, et que nous avons étudiés. En second lieu, les figures données par Bigsby, principalement celles des fragments fig. 2 et fig. 3, offrent au premier aspect une telle ressemblance avec *Actinoceras Richardsoni* ? Cast., dont nous venons

de nous occuper, qu'il nous paraît très probable qu'ils se trouvent à peu près dans les mêmes conditions et le même état de conservation. Enfin, il semblerait que la roche dans laquelle sont encastrés les Orthocères de l'île Thessalon ne diffère pas sensiblement de celle où nous voyons les morceaux en question de l'île Manitouline (*Little Manitou*). En effet, le docteur Bigsby décrit le calcaire de Thessalon comme *décidément magnésien et ayant dans ses parties compactes la structure saccharoïde appartenant à la dolomite. Ses cavités et celles des fossiles sont tapissées de rhomboïdes primitifs du carbonate triple de chaux et de magnésie* (*Geol. Trans.*, I, 195). Cette description s'applique assez bien aux fragments de l'île Manitouline, que M. de Castelnau avait déjà signalés comme provenant des bancs de calcaire magnésien qui jouent un rôle stratigraphique très important dans toute cette région silurienne.

D'après ces considérations, l'explication que nous venons de donner pour *Actinoceras Richardsons*? Casteln. nous semblerait pouvoir s'appliquer à peu près littéralement aux deux spécimens figurés par Bigsby (*Geol. Trans.*, 2^e sér., I, Pl. XXV, fig. 2 et 3).

Dans ces morceaux, les rayons verticillés indiqués par leur trace sur les dilatations de l'axe ont dû être aussi rapprochés que dans *Actinoceras Richardsons*? décrit ci-dessus, et, par conséquent, ils formaient vraisemblablement aussi une sorte de nappe sillonnée, transverse, dans le vide de chacun des éléments du siphon. Ces parties fragiles paraissent avoir été détruites par les intempéries, ou brisées en extrayant le spécimen, mais elles sont cependant conservées vers le petit bout du fossile, fig. 2. Cette figure montre d'ailleurs la rapide diminution de l'axe solide vers la pointe de l'Orthocère, et en même temps l'accroissement correspondant des vides qui représentent à nos yeux les espaces primitivement occupés par les anneaux du dépôt organique. Malheureusement, le dessinateur ne s'est pas appliqué à distinguer, par des teintes diverses, les différentes substances minérales qui constituent le fossile. Il nous est donc impossible de compléter la comparaison des spécimens sous ce rapport. Cependant, d'après le texte du docteur Bigsby que nous venons de citer, les cavités des fossiles étant tapissées de cristaux de calcaire magnésien, nous retrouvons dans cette observation l'indication d'un fait qui confirme très bien nos vues. Les cloisons et les loges aériennes, étant à peine indiquées sur la figure qui nous occupe, ne peuvent nous fournir aucun document pour notre comparaison.

Malgré l'impossibilité où nous sommes de parvenir à une identification complète, faute des détails que la vue des spécimens de

Bigsby pourrait seule nous fournir, les rapprochements et considérations qui précèdent nous semblent suffire pour autoriser la conclusion suivante : Les fossiles figurés par le docteur Bigsby (fig. 2, 3, *loc. cit.*), quelles que soient les particularités à nous inconnues de leur fossilisation et de leur état de conservation, offrent de telles analogies et ressemblances de forme avec *Actinoceras Richardsoni* ? Cast., qu'il est impossible de ne pas leur reconnaître une même structure primitive, et, par conséquent, une même nature générique, ou peut-être même spécifique.

Il nous reste à considérer le spécimen le plus remarquable de Bigsby, c'est-à-dire celui qui est représenté (*Geol. Trans.*, 2^e sér., I, Pl. XXV, fig. 1), et qui a donné lieu à la fondation du genre *Actinoceras* par Bronn (*Leth. geogn.*, I, 97, Pl. I, fig. 8).

Nous ferons d'abord remarquer, que le type du genre *Actinoceras*, qui montre de la manière la plus évidente les rayons verticillés partant des dilatations de l'axe et aboutissant à la paroi interne du siphon, est un spécimen provenant, comme ceux dont nous venons de parler, de l'île Thessalon. Les apparences générales de ce morceau et les circonstances de son gisement commun avec les deux autres ont paru des motifs suffisants au docteur Bigsby et à Ch. Stokes, pour qu'ils n'aient pas hésité à les réunir tous les trois en une même espèce. Nous partageons entièrement l'opinion de ces savants, et il nous semble que pour la confirmer il n'est besoin que de faire concevoir la cause qui a produit dans cet individu un isolement des rayons verticillés beaucoup plus complet que dans la plupart des autres. Cette cause est tout simplement une compression des membranes sphéroïdales du siphon, plus grande que dans les autres individus, et poussée au second degré que nous avons indiqué ci-dessus. L'écrasement n'ayant laissé subsister entre les anneaux obstructeurs qu'un certain nombre de plis, maintenant un vide, tandis que les intervalles entre ces plis étaient totalement oblitérés, il en est résulté de petits canaux isolés, figurant aujourd'hui les rayons verticillés, recouverts par le calcaire cristallin comme l'axe central.

En somme, nous croyons donc que tous les spécimens que nous venons de mentionner, y compris *Actinoceras Richardsoni* ? Casteln., pourraient appartenir à une seule espèce qui serait *Orthoceras* (*Actinoceras*) *Bigsbyi*, Bronn. sp.

Nous espérons que les savants qui ont à leur disposition les fossiles du docteur Bigsby ne tarderont pas à étudier les exemplaires dont nous parlons, et à leur appliquer notre méthode d'observation, c'est-à-dire à rechercher la forme du remplissage organique

dans la coquille vivante et les circonstances qui ont contribué à sa dissolution, pour produire les apparences actuelles de la coquille fossile. Lors même que le résultat de leurs études ne concorderait pas avec nos vues, nous n'en serions pas moins satisfait, s'il amenait une solution plus parfaite de la question qui attire depuis si longtemps l'attention des paléontologues, et qui a provoqué des interprétations si diverses des mêmes apparences.

B. *Ormoceras*.

Les explications très étendues que nous venons de donner au sujet des *Actinoceras* nous dispenseront, aux yeux du lecteur intelligent, d'entrer dans beaucoup de détails au sujet des *Ormoceras*. On conçoit, en effet, que ces apparences, quoique un peu différentes au premier aspect, doivent dériver des mêmes causes par une simple modification des circonstances dans lesquelles s'est trouvée la coquille, depuis l'époque de sa fossilisation jusqu'à nos jours.

Afin d'abrégier et de rendre plus clair ce que nous avons à dire, nous reproduisons la figure d'*Ormoceras Bayfieldi*, donnée par Stokes comme type du genre, dont nous traduisons la définition (*Geol. Trans.*, 2^e sér., V, 709, Pl. LX, fig. 1) (voy. notre fig. 5, Pl. A).

« Le siphon n'est pas continu, mais divisé en parties séparées, »
« correspondant en nombre avec les chambres. Le test extérieur »
« du siphon est extrêmement mince. Il est généralement brisé »
« et enlevé aux points exposés à l'air, ce qui permet de voir les »
« parties internes du siphon. Une profonde indentation au milieu »
« de chacune de ces parties correspond à chaque cloison de la »
« coquille, de sorte que chacun des éléments du siphon a l'une »
« de ses moitiés dans une chambre et l'autre moitié dans la »
« chambre au-dessous. Une section longitudinale montre ce sin- »
« gulier arrangement. Le canal intérieur du siphon est compara- »
« tivement petit, et les lignes internes et externes de chacun de »
« ses éléments forment des courbes élégantes. L'intervalle entre »
« les parois intérieure et extérieure de ces éléments est considé- »
« rable, et rien ne porte à croire qu'il ait été rempli par aucune »
« substance. »

Nous ne nous arrêterons pas à faire ressortir les nombreuses difficultés qu'offrirait à notre intelligence, dans la coquille d'un céphalopode, une structure semblable à celle qui a été définie par Stokes, si elle se rencontrait réellement dans la nature. Toutes ces difficultés s'évanouissent heureusement, si l'on compare attentivement la figure d'*Ormoceras Bayfieldi*, Stokes (fig. 5), avec celles de notre *Orthoceras docens* que nous avons placées en contact sur

la même planche. Il est bien entendu que, dans cette comparaison, nous faisons complète abstraction de la décroissance du siphon, jusqu'ici non démontrée dans l'espèce américaine.

Ainsi que nous l'avons déjà fait observer ci-dessus, les contours des éléments nummulitiques de notre *Orthoceras docens* sont assez bien conservés sur plusieurs points, pour qu'on puisse parfaitement les reconnaître ou les reconstruire idéalement. Cependant, il est aussi de fait, que certaines portions de ces contours ont été dissoutes, et particulièrement au droit de leur plus grande dilatation, c'est-à-dire au milieu de l'intervalle qui sépare les cloisons. Au contraire, les parties conservées sont celles qui se rapprochent le plus des cloisons respectives, aux points où elles resserrent les éléments du siphon. Remarquons que ces parties subsistantes de l'enveloppe siphonale se distinguent par une couleur noire qui épaissit la ligne de leur contour, et que des circonstances locales nous portent à considérer comme provenant d'un dépôt de sulfure de fer. Or, cette même substance noire, quelle que soit au fond sa nature, est précisément celle qui forme la couche externe ou dernière de chacun des anneaux obstruteurs. Puisque les portions de l'enveloppe siphonale chargées de ce dépôt ont résisté aux actions dissolvantes qui ont fait disparaître les autres parties, on est induit à considérer la couche noire comme moins soluble que les matières calcaires d'origine organique ou chimique, renfermées dans le fossile. Concevons donc nos spécimens soumis à des fluides qui dissolvent toute la partie interne des anneaux obstruteurs, en ne laissant subsister que leur couche externe noire, ainsi que les parties du siphon contiguës aux cloisons, et offrant la même nature supposée sulfureuse. Que nous restera-t-il après cette dissolution?

Il nous reste évidemment des apparences entièrement semblables à celles que nous voyons dans *Ormoceras Bayfieldi* (Pl. A, fig. 5), et ces apparences deviendront identiques, si nous admettons que le même fluide qui vide l'intérieur des anneaux obstruteurs enlève de même, par son action dissolvante, tout le carbonate calcaire qui s'est déposé au centre de ces anneaux, dans le canal du siphon. Nous avons, en effet, une sorte de siphon composé de deux éléments au lieu d'un seul dans chaque loge aérienne, et nous trouvons ces éléments figurant exactement, suivant la définition de Stokes, des courbes élégantes dont l'angle rentrant correspond à chaque cloison, tandis qu'il reste un espace vide entre leurs parois externe et interne.

Ces considérations nous semblent suffire pour faire concevoir comment un siphon nummulloïde ordinaire peut être transformé

et défiguré par les réactions chimiques, de manière à conduire un très respectable paléontologue à la définition d'*Ormoceras*.

Au lieu de fonder uniquement notre interprétation de ces apparences sur la comparaison d'*Ormoceras Bayfieldi* avec notre *Orthoceras docens*, nous pourrions invoquer à l'appui de nos vues un exemplaire d'Amérique, appartenant à la belle collection de M. de Verneuil, et qui se trouve dans un état de décomposition entièrement analogue à celui qui a été figuré par Stokes. Mais nous serions obligé de faire figurer cet exemplaire et d'en donner une description détaillée, ce qui nous entraînerait hors des limites de cette communication. Nous réservons donc ce développement de notre travail pour le second volume de notre ouvrage.

§ VI. Remplissage organique dans diverses espèces d'*Orthocères*, à siphon nummuloïde, du nord de l'Europe.

En étudiant les *Orthocères* dont nous venons de parler, nous devons nécessairement chercher à généraliser et à confirmer nos vues, par la comparaison des espèces des régions septentrionales de l'Europe. Bien que nous n'ayons pas eu, sous ce rapport, des matériaux aussi nombreux que nous l'eussions désiré, nous avons pu cependant constater que le fait du remplissage organique peut s'observer tout aussi bien dans les formes de ces contrées, que dans celles de la Bohême et de l'Amérique. Nous figurerons dans notre second volume plusieurs spécimens fort instructifs, dont nous donnerons en même temps la description détaillée. En attendant, nous voulons seulement signaler aux investigateurs les formes qui méritent leur attention, à cause des apparences qu'elles nous ont offertes.

1. *Orthoceras imbricatum*, Wahl. (Pl. C, fig. 15), dont les fragments se rencontrent très souvent dans les collections, a été déjà cité ci-dessus comme présentant un exemple du siphon décroissant, d'abord observé dans notre *O. docens*. Les éléments du siphon, dans cette espèce scandinave, étant extrêmement aplatis, rappellent plus que dans toute autre la forme nummuloïde, car leur épaisseur est à leur diamètre environ :: 1 : 5. Cet aplatissement rend encore plus remarquable la bizarrerie que nous observons dans leur remplissage organique, et qui consiste en ce que le dépôt n'a pas lieu sur toute la périphérie du cordon charnu. Pour nous faire mieux comprendre, nous rappellerons que le siphon est situé très près de la circonférence, et, comme il a un large diamètre, son bord interne atteint presque l'axe de cet *Orthocère*.

Or, dans trois individus dont nous avons les sections longitudinales sous les yeux, nous trouvons que les anneaux obstructeurs se sont développés à partir du côté externe du siphon, en s'avancant vers l'intérieur sous la forme d'un croissant. Il en est résulté que toute la capacité siphonale est remplie, sauf un canal de 2 à 3 millimètres de largeur, qui est resté libre, et qui est constamment situé le long du bord intérieur du siphon, c'est-à-dire tout près de l'axe de la coquille. C'est là le seul vide resté entre les bras du croissant, et il correspond au canal que nous avons signalé au centre des anneaux dans les autres espèces étudiées. Il y a donc, au lieu d'un canal central dans *Orthoceras imbricatum*, un petit canal latéral qui se distingue à première vue, parce qu'il est ordinairement rempli par la matière impure de la roche ambiante. Tout le reste du siphon est, au contraire, obstrué par du calcaire pur et cristallisé, dont la transparence, en certaines parties, nous rappelle le dépôt vitreux des gastéropodes vivants, tandis que d'autres portions sont plus compactes et semblables à des concrétions.

D'après ces observations, il y avait donc sur la surface du cordon charnu de cette espèce une bande longitudinale privée de la faculté de sécrétion, et analogue à celle que nous avons signalée ci-dessus dans certains gastéropodes. Cette bande était la plus voisine de l'axe de la coquille.

Le lecteur, ayant sous les yeux une figure d'*O. imbricatum*, y remarquera que la trace de la membrane nummulloïde se présente dans une position presque parfaitement régulière en travers du siphon, comme une sorte de cloison. C'est ce qui résulte de son écrasement au troisième degré, que nous avons défini ci-dessus. Cette cloison est composée de la même matière compacte que nous observons dans certaines parties du dépôt organique.

2. *Orthoceras crassiventre*, Wahl. (Pl. C, fig. 18). — Sous ce nom mal défini, il serait aisé de confondre diverses formes scandinaves que nos observations tendent à nous faire considérer comme spécifiquement distinctes. D'après la signification du nom lui-même, nous l'appliquerons à la forme dont le siphon paraît offrir le plus grand volume relatif. Afin de fixer les idées, nous dirons que dans le spécimen que nous avons étudié, sept éléments nummulloïdes occupent une longueur de 100 millimètres, tandis que le diamètre est de 40 millimètres au gros bout, et de 30 millimètres au bout opposé. Ces éléments sont notablement obliques, à cause de la position du siphon près du bord de l'Orthocère. La section transverse est à peu près circulaire.

La section longitudinale de ce fragment nous le montre com-

plètement rempli de spath calcaire à gros cristaux, translucides, excepté un petit canal irrégulier et étroit, qui le traverse dans toute sa longueur, et qui contient du calcaire bleuâtre impur, comme celui qui constitue la roche ambiante. Comment un siphon présentant une si grande capacité n'aurait-il pas été envahi par la matière vaseuse, s'il avait été vide à l'époque de la mort de l'animal? Cette considération, étendue à tant de fragments semblables de la même région, confirme bien l'origine organique du calcaire cristallin, ainsi que nous l'avons exposé ailleurs, au sujet de l'*Orthoceras duplex*, et autres espèces appartenant à la Scandinavie.

Dans l'une des planches de notre ouvrage, nous avons mis en regard la vue extérieure du fragment étudié et celle de sa section longitudinale. Ces deux figures, ainsi rapprochées, nous montrent la connexion entre les apparences intérieures et extérieures du siphon. Par là nous pouvons reconnaître que le bord externe de la membrane nummuloïde, comprimée entre les anneaux obstruteurs jusqu'au troisième degré, laisse cependant une trace très distincte sur la surface du fossile. C'est une ligne oblique qui divise chaque sphéroïde, et sur laquelle nous voyons parfois une série de petites cavités, indiquant les extrémités des canaux qui se sont maintenus dans les plis de la membrane, durant la compression. La section (Pl. C, fig. 18) confirme l'obliquité du plan d'écrasement, et nous montre en même temps une certaine irrégularité, très concevable dans les traces linéaires que les membranes ont laissées dans les divers éléments. On n'aperçoit, en effet, que des lignes colorées, un peu épaisses, qui partent du canal interne, et se dirigent vers le bord, sous la forme de courbes variables. Aucune d'elles ne présente une injection du calcaire bleuâtre qui remplit le canal longitudinal, ce qui prouve que l'écrasement avait été complet avant la mort de l'animal. Quant au canal lui-même, il est fort irrégulier dans son tracé et dans sa largeur, qui ne dépasse pas 3 millimètres au maximum, dans ce fragment. Sa position un peu excentrique vers le petit bout s'écarte de plus en plus du centre vers le bout opposé. Nous n'avons pas cependant les matériaux nécessaires pour juger si cette excentricité est un caractère spécifique, ou bien une irrégularité purement individuelle. C'est ce que nous enseigneront un jour les savants scandinaves, auxquels nous nous bornons à indiquer ces études. Nous faisons seulement observer que le canal, en se déplaçant, tend à se rapprocher du bord du siphon le plus voisin de l'axe de l'*Orthocère*, comme dans la forme dont nous allons parler.

3. Parmi les formes confondues ensemble sous le nom d'*Orthoceras crassiventre*, nous en distinguons une seconde dont le siphon, sur une même longueur de 100 millimètres prise comme terme commun de comparaison, offre entre ses deux extrémités une différence de diamètre moitié moindre que dans la forme précédente. Nous en avons figuré un fragment (Pl. C, fig. 19). L'original, représenté en entier sur une des planches de notre ouvrage, nous a été fort obligeamment prêté par M. Adolphe Brongniart, et a été recueilli par son illustre père, Alex. Brongniart, durant son voyage en Scandinavie. Il paraît provenir de Gothland, et sa section transverse est sensiblement circulaire, comme dans la forme ci-dessus. Outre le caractère distinctif que nous venons d'indiquer, le lecteur remarquera que les éléments nummuloïdes paraissent plus serrés et plus aplatis. A ces indices extérieurs s'ajoute une circonstance toute particulière, que la section du spécimen nous a révélée : c'est que le canal dans lequel le cordon charnu se trouve refoulé, par suite de l'obstruction du siphon, est presque marginal, comme dans *Orthoceras imbricatum* décrit ci-dessus. Bien que le spécimen qui nous occupe ne permette pas de déterminer exactement quelle était la place du siphon par rapport aux contours de l'Orthocère, nous voyons cependant que cette position devait être fort excentrique, puisque les éléments nummuloïdes sont très notablement inclinés. Or, on sait que lorsqu'une semblable inclinaison existe dans un siphon quelconque, le point le plus élevé de chaque élément correspond au bord externe du siphon, et le point le plus bas à son bord interne. D'après cette considération, le canal que nous signalons se trouve situé contre le bord interne du tube siphonal, c'est-à-dire comme dans *O. imbricatum*. Il y a cependant entre ces deux espèces une différence, en ce que l'anneau obstruteur est complètement interrompu sur le bord interne dans *O. imbricatum*, tandis qu'il se continue sans interruption, quoique très réduit, dans l'espèce comparée.

La figure que nous donnons montre que le canal finit par s'oblitérer complètement. Sur toute la longueur, qui restait vide lors de la mort de l'animal, nous trouvons la roche ambiante impure et bleuâtre, qui a dû y pénétrer à l'état vaseux. Tout le reste de la capacité du siphon est occupé par le remplissage organique sous l'apparence de calcaire spathique, très translucide et bien cristallisé en certains points, tandis qu'il est opaque et concrétionné en d'autres parties. Il y a de petites géodes dans les portions les plus cristallines où nous sommes porté à croire que le dépôt s'est fait

le plus rapidement, et où il a subi des réactions qui ont pu en dissoudre une partie.

Dans ce cas, comme dans *O. imbricatum*, la trace de la membrane nummuliforme, comprimée au troisième degré d'écrasement, apparaît comme une cloison transverse dans chaque élément, un peu au-dessus du milieu de la hauteur de celui-ci. Cette sorte de cloison consiste en une matière plus compacte, mais qui ne s'écarte pas de la nature du dépôt que nous venons d'indiquer. La trace de la même membrane se montre sur la paroi externe du siphon, sous la forme d'une rainure oblique que l'on reconnaîtra aisément sur la figure que nous en donnons dans notre ouvrage, en face de la section longitudinale.

Nous avons vu aussi des siphons nummuloides de Scandinavie, qui ont une section fortement elliptique, et qui appartiennent aussi peut-être à d'autres espèces. C'est ce que nous ne pouvons déterminer faute de documents suffisants.

§ VII. Remplissage organique dans divers genres, sous la forme de lamelles rayonnantes.

On a signalé depuis longtemps des lamelles rayonnantes dans le siphon de plusieurs genres de Nautilides paléozoïques. Après tout ce qui vient d'être dit, il nous semble qu'on ne saurait hésiter à reconnaître dans ces lamelles un procédé particulier de remplissage du siphon. Notre conviction, sous ce rapport, sera sans doute partagée par les savants, lorsqu'ils remarqueront avec nous que les lamelles se développent graduellement suivant l'âge des individus, et qu'elles finissent par obstruer complètement la cavité siphonale, en commençant par la partie la plus ancienne de la coquille. Un fragment d'*Orthoceras Jovellani*, Vern., que nous figurons (Pl. C, fig. 16, 17), montre clairement cette progression croissante du dépôt lamelliforme, à partir de la circonférence du siphon vers le centre, à mesure qu'on descend vers la pointe. On voit, au contraire, que le canal resté vide au centre croît en diamètre en allant vers le gros bout de l'Orthocère, c'est-à-dire en sens opposé. Cette observation, étendue à plusieurs espèces, nous paraît concluante, mais nous croyons cependant devoir faire remarquer que, pour constater l'accroissement des lamelles et l'obstruction entière du siphon vers la pointe, il faut avoir sous les yeux la section d'une partie considérable d'un même individu, car les lamelles peuvent offrir une apparence uniforme sur la longueur d'un petit fragment.

M. Louis Saemann a déjà observé dans *Cyrtoceras depressum* de l'Eifel le fait que nous venons d'énoncer, et il a aussi considéré les lamelles de cette espèce comme un remplissage entre l'enveloppe siphonale et le tube central qu'il admet dans le siphon (*Ueb. Nautil. in Palæontogr.*, III, 152, 1853).

Le dépôt lamelliforme par le cordon charnu, dans l'intérieur d'un siphon, peut s'expliquer en concevant ce cordon comme offrant à sa surface un grand nombre de plis, dans les intervalles desquels les lamelles se formaient par sécrétion. L'accroissement graduel de ces parois rayonnantes resserrait successivement les membranes sécrétantes en les refoulant vers le centre, et devait finir par causer leur complète oblitération, comme cela se passait entre les anneaux obstruteurs dans les siphons moniliformes.

Le mode de remplissage lamelliforme a été observé jusqu'à ce jour dans le siphon de divers genres, savoir : *Orthoceras*, *Gomphoceras*, *Cyrtoceras*, *Phragmoceras*. Ce mode est donc plus étendu, sous ce rapport, que ceux qui ont été précédemment étudiés, et qui semblent particuliers au genre *Orthoceras*. Nous citerons comme exemples quelques espèces bien connues : *Orthoceras triangulare*, A. V.; *Orthoceras Buchi*, Vern.; *Cyrtoceras compressum*, Goldf.; *Cyrtoceras depressum*, Goldf.; *Phragmoceras orthogaster*, Sandb. Toutes ces formes sont dévoniennes, mais nous en figurerons dans notre ouvrage quelques-unes qui appartiennent à notre division silurienne supérieure.

Nous ferons remarquer qu'on ne trouve des lamelles rayonnantes que dans des siphons dont le diamètre est un peu considérable, par rapport à celui de la coquille. Nous n'en avons pas reconnu jusqu'ici dans des siphons étroits. Ce fait est en harmonie avec ceux que nous avons signalés au sujet du remplissage sous la forme d'anneaux obstruteurs.

Ordinairement les lamelles s'étendent dans les adultes à partir de l'origine du siphon jusqu'à son extrémité supérieure, sans aucune interruption dans toute cette étendue. Cette disposition générale éprouve une singulière exception dans un *Orthocère* dont nous ne connaissons encore qu'un seul exemplaire. Il appartient à la collection des mollusques du Jardin des Plantes, et il nous a été communiqué avec beaucoup de complaisance par M. Valenciennes. Les savants le trouveront figuré sur une des planches de notre ouvrage, et ils remarqueront que les lamelles rayonnantes n'existent qu'au droit des goulots, c'est-à-dire des étranglements du tube siphonal. Il reste donc un espace assez considérable entre ces divers étages de lamelles, qu'on peut comparer avec la plus

complète analogie aux anneaux obstructeurs décrits ci-dessus dans les siphons cylindroïdes, parmi lesquels peut aussi se ranger celui qui nous occupe.

Ce n'est pas ici le lieu de nous étendre sur cette espèce, que nous décrirons dans notre second volume sous le nom d'*Orthoceras Laumonti*, parce qu'elle a été originairement recueillie par M. Gillet de Laumont dont le nom est bien connu dans la minéralogie.

Les paléontologues savent qu'un assez grand nombre de céphalopodes des contrées rhénanes, c'est-à-dire dévoniens, offrent une structure lamelliforme dans leur siphon. Parmi eux on peut distinguer *Cyrtoceras depressum*, Goldf., que MM. d'Archiac et de Verneuil ont figuré dans leur beau travail sur la faune paléozoïque de cette région (*Rhen. prov.*, Pl. XXIX, fig. 1, in *Geol. Trans.*). Or, la figure en question montre au gros bout du siphon, outre les lamelles rayonnantes, une sorte d'étoile qui occuperait le centre du canal. Cette apparence extraordinaire n'est due qu'à l'imagination du dessinateur, ainsi que M. de Verneuil et nous l'avons récemment reconnu en examinant attentivement le spécimen figuré. Cette espèce rentre donc dans la loi ordinaire.

§ VIII. Observations générales sur le remplissage organique du siphon des céphalopodes.

1° Le siphon des céphalopodes vivants ne nous montre aucune trace de remplissage organique, dans le petit nombre d'espèces où nous connaissons cet organe, savoir : *Nautilus Pompilius*, *N. umbilicatus* et *Spirula Peroni*. Comme les siphons de ces coquilles sont assez étroits, nous ne devons pas nous étonner de les trouver sans dépôt, puisque telle est aussi la loi que nous avons observée relativement aux céphalopodes paléozoïques. Nous ajouterons qu'ayant eu l'occasion de voir un assez grand nombre de sections de Nautilés appartenant à divers étages géologiques des grandes périodes paléozoïques secondaire et tertiaire, nous n'avons reconnu dans leur siphon aucun dépôt organique, sous aucune apparence quelconque. Ce fait doit nous étonner parce que, dans plusieurs des espèces observées, la largeur du siphon est telle que nous aurions pu nous attendre à y rencontrer quelque sécrétion analogue à celle des Orthocères dont le siphon offre des dimensions analogues. Nous citerons en particulier *Nautilus Aturi* des terrains tertiaires, dont le siphon, extrêmement large, ne nous offre cependant aucune trace d'obstruction d'origine organique. Il ne nous appartient pas de chercher à expliquer cette anomalie.

2° Le fait du remplissage organique étant une fois bien constaté dans les Orthocères paléozoïques à large siphon, il devient très aisé de concevoir pourquoi l'on trouve si souvent les siphons de ces espèces conservés isolément, tandis que tout le reste de la coquille a disparu sans laisser presque aucune trace. En effet, le ballottage prolongé dans les flots devait détruire à la longue la grande chambre d'habitation et les loges à air, lorsqu'elles ne se trouvaient pas consolidées par un remplissage conservateur. Le siphon, au contraire, étant transformé en un corps solide, devait présenter une plus grande résistance à ces causes de destruction. Même en perdant son test par le frottement et en se subdivisant en fragments plus ou moins longs, il avait beaucoup plus de chances pour arriver à un lieu de repos et d'enfouissement. Sans ces circonstances, nous ne connaîtrions pas l'existence des céphalopodes de l'Amérique septentrionale jusqu'ici représentés par les siphons dits *Huronia*, et par les siphons décroissants que nous avons comparés ci-dessus à celui de notre *Orthoceras docens*. Il est très vraisemblable cependant qu'on parviendra à découvrir les coquilles auxquelles appartiennent tous ces siphons américains, comme on connaît plusieurs de celles d'où dérivent les siphons isolés, soit des *vaginati*, soit des *cochleati*, dans le nord de l'Europe.

3° Nous savons par le grand ouvrage de J. Hall, déjà cité, que *Ormoceras tenuifilum* se trouve, avec un immense nombre de spécimens, dans le calcaire de Black-River, près Watertown et autres localités, aux États-Unis. A ce fait M. Louis Saemann a ajouté une importante observation, en ce qu'il a constaté, dans son intéressant Mémoire sur les Nautilides, que la plupart de ces Orthocères, couchés dans la roche, ont le siphon placé en dessous. Combinant cette circonstance avec une autre, savoir, que la majeure partie de la capacité du siphon est remplie de calcaire spathique, tandis que la roche ambiante n'a pénétré que dans un canal étroit, le savant conclut avec raison que ce siphon devait être rempli par quelque substance après la mort de l'animal, et par conséquent aussi auparavant; sans quoi l'on ne pourrait s'expliquer ni l'apparence des matières qui le remplissent, ni la position uniforme des coquilles (*loc. cit.*, p. 148). Plus loin, M. Saemann, revenant sur ce sujet, mentionne de nouveau la vraisemblance d'un remplissage organique du siphon dans *Actinoceras* (*Ormoceras*) comme dans *Cyrtoceras depressum*. Il attribue la formation de ce dépôt aux canaux verticillés qui s'étendent entre l'enveloppe siphonale et le tube interne supposé dans ce genre (*loc. cit.*, p. 152).

En faisant abstraction de la conception relative au mode de dépôt, nous nous plaisons à rendre hommage à la fois à ces observations et déductions de M. L. Saemann. Elles ont été fondées en partie, comme on le voit, sur un fait tout différent de ceux qui nous ont guidé nous-même dans nos recherches exposées ci-dessus. Nous devons ajouter aussi, pour ceux qui n'ont pas lu le beau Mémoire de M. L. Saemann, que ce savant a décrit *Actinoceras* dans une conviction diamétralement opposée à celle que nous avons exprimée dans ce travail. Il a ingénieusement tiré parti des faits pour chercher à démontrer l'existence du tube central et des canaux verticillés dans le siphon de ce genre, tandis que nos interprétations tendent à réduire ce tube et ces canaux à une simple apparence du fossile, sans réalité dans l'organisation de la coquille. Malgré cette divergence de vues, nous nous félicitons de pouvoir invoquer ici l'opinion de M. Saemann sur le remplissage organique des *Actinoceras* du Black-River, parce que nous pensons comme lui que la considération de ce fait explique parfaitement la position à peu près constante des individus avec le siphon appliqué sur le plan de dépôt.

4° Par suite de quelle cause ou dans quel but avait lieu le remplissage organique du siphon dans les céphalopodes paléozoïques ?

La solution de cette question serait sans doute bien plus facile pour nous, si nous avions une connaissance plus complète de ce qui se passe dans les gastéropodes vivants, car le meilleur guide du paléontologue est toujours l'analogie. D'après le petit nombre de faits que nous avons exposés ci-dessus au sujet de cette classe, on peut concevoir au dépôt vitreux un but différent dans divers genres et espèces, suivant les particularités de leur existence. *Magilus antiquus*, enfermé dans une Méandrine, doit nécessairement s'élever dans son tube pour veiller à ce que son ouverture ne soit pas obstruée par l'accroissement du polypier. Il comble donc l'espace vide derrière son corps. Dans les genres qui vivent libres, comme *Strombus*, *Terebra*, etc., l'accroissement de la capacité de la coquille étant plus rapide que celui du volume du mollusque, on conçoit aussi que l'animal doit s'élever dans son hélice en remplissant les tours qu'il abandonne. Mais on peut supposer aussi que le remplissage, dans ce cas, est en même temps destiné à rendre plus solide cette extrémité de la coquille qui, n'étant plus en contact avec le corps, reste hors de la portée des réparations. Évidemment le Magile, à l'abri de toute atteinte dans son polypier, n'a point à se prémunir contre les accidents qui menacent la pointe des coquilles libres.

Considérons maintenant que le dépôt vitreux des gastéropodes n'est pas limité aux tours les plus anciens de leur hélice, mais s'étend jusque près de l'ouverture, ainsi que nous l'avons fait observer ci-dessus. Ce dépôt n'a donc pas pour but unique de combler un espace vide et inutile. On pourrait supposer qu'il est destiné à renforcer le test, ou à protéger le corps contre les attaques des parasites perforants. Peut-être aussi doit-il agir uniquement comme un poids inerte, nécessaire à l'équilibre, dans la combinaison de la station et des mouvements du mollusque.

Outre le point de vue de l'utilité qu'on peut admettre pour le dépôt vitreux, il y aurait encore lieu de rechercher si, dans certains cas, il ne doit pas être considéré comme une sorte d'exubérance due à la faculté de sécrétion du manteau. Cette faculté, inhérente à la nature du mollusque qui doit se couvrir d'une coquille, n'est pas limitée au temps de la construction de son enveloppe, car la nature prévoyante ne peut pas lui enlever les moyens de réparer des avaries accidentelles, durant le cours de son existence. Ainsi, la faculté de sécrétion restant en réserve, il faut bien que son action se manifeste par quelque produit. Telle peut être la cause du dépôt vitreux dans la partie supérieure des coquilles.

De semblables considérations s'appliqueraient aussi aux céphalopodes, en y mettant toute la réserve que nous inspire notre ignorance des particularités relatives à leur existence.

Il nous semble d'abord que la coquille longue et volumineuse de certains *Orthocères*, tels que les *vaginati* des deux continents, présentant une densité moindre que celle de l'eau à cause de ses nombreuses loges aériennes, et l'animal lui-même ayant également un faible poids relatif, lorsqu'il n'était pas contracté dans sa chambre d'habitation, il résultait de cet ensemble un tout qui offrait beaucoup de volume et peu de masse. Or, on sait qu'un semblable corps, plongé dans un liquide, serait difficile à mouvoir et impropre à conserver une impulsion donnée, car, faute d'un poids suffisant, il ne saurait acquérir une quantité de mouvement un peu considérable. La nature aurait suppléé à ce manque par l'accumulation du dépôt organique dans le large siphon de ces *Orthocères*, à peu près comme on prolonge et régularise le mouvement donné à une machine par l'addition d'une roue pesante qu'on nomme le volant. La même considération s'appliquerait à toutes les espèces du genre *Orthoceras*, dans lesquelles se trouve un siphon moniliforme plus ou moins développé et rempli par un dépôt organique. On pourrait l'étendre aussi à une famille de

céphalopodes toute différente de celle que nous étudions, c'est-à-dire aux Bélemnites.

Outre ce but très vraisemblable du remplissage dans les Orthocères, qui avaient besoin de la plus grande vitesse à cause de leurs habitudes carnivores, nous sommes porté à croire que durant la vie de l'animal il était exposé à perdre par accident une partie de sa longue coquille. Dans ce cas, le dépôt organique servait à fermer le siphon et à protéger la partie postérieure du corps contre tous les inconvénients d'une large brèche, peut-être hors de la portée des bras. Nous expliquerions de même l'obstruction successive au droit de chaque étranglement dans tous les siphons cylindroïdes dont nous avons parlé ci-dessus. Enfin, comme il n'est pas douteux, d'après les faits observés, que la vie se retirait graduellement vers le gros bout dans la coquille des Orthocères, du moins lorsqu'elle était de forme allongée, les anneaux obstruteurs constituaient la limite entre la partie morte et la partie vivante, à chaque période de l'existence individuelle.

5° Existe-t-il une relation quelconque entre l'époque géologique à laquelle appartiennent les divers groupes d'Orthocères et le mode de remplissage organique de leur siphon ?

Cette question ne peut recevoir une solution générale et satisfaisante que lorsque les savants, dont nous espérons provoquer les observations par ce mémoire, auront cherché et communiqué les faits relatifs au terrain dont ils s'occupent. En attendant, nous constaterons les résultats de nos études personnelles.

1. Le remplissage organique, sous la forme d'un dépôt continu ou de gaines coniques plus ou moins régulières et espacées dans le siphon, paraît jusqu'ici caractériser exclusivement le groupe des Orthocères dits *vaginati* dans les deux continents. Ce groupe appartient, sans exception connue jusqu'à ce jour, à la Faune seconde silurienne où il était prédominant, au milieu de divers autres groupes plus ou moins représentés à cette époque, et qui se sont propagés en se développant, pour devenir prédominants à leur tour dans les Faunes subséquentes.

2. Nous avons observé le dépôt organique, sous la forme d'anneaux obstruteurs isolés, dans des Orthocères à siphon cylindroïde appartenant à la Faune troisième silurienne de Bohême, de France et de Suède. Nous pensons qu'il est très vraisemblable que cette forme de dépôt sera également reconnue tôt ou tard dans les espèces analogues qui caractérisent d'autres Faunes, soit antérieures, soit postérieures.

3. Le remplissage, sous la forme d'anneaux obstruteurs conti-

gus, se reproduit dans presque toute la série des Faunes paléozoïques, avec les *Orthocères* à siphon moniliforme ou nummulloïde, qui paraissent avoir été représentés dans chacune des principales époques de cette période. Nous avons déjà cité les espèces américaines dites *Actinoceras*, *Ormoceras*, etc., qui caractérisent la Faune seconde de cette contrée, et principalement l'horizon du *Black River limestone*, et des calcaires dolomitiques du lac Huron. Jusqu'ici nous ne connaissons aucune forme analogue appartenant à la Faune seconde des régions européennes.

Les *Orthocères* à siphon nummulloïde ont été signalés en Amérique par J. Hall, sous le nom d'*Ormoceras vertebratum*, dans le *Clinton group*, c'est-à-dire dans la Faune troisième, et nous avons sous les yeux des spécimens de cette espèce, qui nous montrent le mode de remplissage propre à cette forme de siphon. Il en est de même dans divers *Orthocères* d'Europe déjà nommés, comme *Orthoceras docens*, de Bohême, une forme dite *O. nummularium*, d'Elbersreuth, en Franconie, *O. crassiventre*, de Gotthland, etc., qui appartiennent également à la Faune troisième de ces contrées.

La France dévonienne nous présente aussi des espèces du même groupe. Nous en citerons une trouvée à Néhou, en Normandie, et sur la section de laquelle nous reconnaissons distinctement les anneaux obstruteurs contigus. Ce spécimen, que nous figurons et décrivons dans notre ouvrage, fait partie des belles collections de l'École des mines, et nous a été communiqué par M. le professeur Bayle, avec sa libéralité accoutumée.

La Faune des terrains carbonifères a déjà fourni depuis longtemps une espèce à siphon moniliforme, *Orthoceras giganteum*, Sow., transformé successivement en *Actinoceras Simmsii*, Stok., et *A. giganteum*, M'Coy. Nous rapporterons provisoirement à cette espèce un bel exemplaire que M. le professeur Bayle nous a prêté, et qui provient de Belgique. Les savants le trouveront figuré dans notre ouvrage, et verront que sa section expose une longue suite d'anneaux obstruteurs bien développés, dans un siphon placé tout entier entre l'axe et la coquille. Ce caractère distingue, à première vue, cette forme d'une autre du même terrain, nommée *Actinoceras pyramidatum* par M. le professeur M'Coy, et qui a, au contraire, le siphon à peu près central. Un magnifique spécimen de ce dernier *Orthocère*, rapporté d'Irlande par M. de Verneuil, nous montre dans sa section longitudinale les anneaux obstruteurs contigus, très clairement marqués, avec un petit canal irrégulier qui est resté au centre. Ces traits se reconnaissent tout aussi

bien dans la figure que M. le professeur M'Coy a donnée de cette espèce dans sa *Synopsis* des fossiles carbonifères du même pays. Nous nous plaisons à invoquer cette figure, que nous reproduirons ailleurs, parce que le spécimen qu'elle représente a conduit M. le professeur M'Coy à une interprétation toute différente de la nôtre (*Synops. carb. foss. Irel.*, Pl. I, fig. 5).

Ainsi, d'après les faits à notre connaissance, le groupe des Orthocères à siphon moniliforme ou nummulloïde (*cochleati*), représenté dans toutes les grandes Faunes à partir de la Faune seconde silurienne jusqu'à la fin de la Faune carbonifère, conserve, durant cette longue période de temps, le même mode de remplissage organique, sous la forme d'anneaux obstructeurs contigus.

4. Les lamelles rayonnantes obstruent le siphon dans plusieurs genres, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus ; mais il est intéressant de remarquer que le plus grand nombre des céphalopodes dans lesquels ce mode de remplissage a été bien constaté, jusqu'à ce jour, appartient au terrain dévonien. Au contraire, les siphons à lamelles nous paraissent très rares dans les Faunes siluriennes.

Il est de fait que le bassin silurien de la Bohême ne nous a fourni jusqu'à ce jour aucune espèce du genre *Orthoceras*, ni du genre *Cyrtoceras*, qui offre un remplissage lamelliforme. Nous n'avons constaté la présence des lamelles que dans le siphon d'un petit nombre de formes qui appartiennent, soit aux *Phragmoceras*, soit aux *Gomphoceras*, et qui caractérisent toutes la Faune troisième, c'est-à-dire la division silurienne supérieure.

Nous n'avons pas malheureusement des documents aussi positifs sur les Faunes des autres contrées siluriennes, parce que l'attention des savants n'a pas été spécialement dirigée sur ce point. Cependant, nous ferons remarquer que, dans presque tous les cas où l'on a mentionné des lamelles, il s'agissait des Orthocères à siphon moniliforme, ou bien des siphons isolés dits *Huronia*. Or, dès qu'il est question de formes semblables, nous croyons être en droit de réclamer une nouvelle observation des faits, parce qu'il est fort possible que la première indication ait été erronée, par suite des apparences interprétées dans ce mémoire. En effet, nous avons cherché à faire concevoir comment les membranes nummulloïdes ou expansions du cordon charnu, lorsqu'elles étaient comprimées entre les anneaux obstructeurs, devaient éprouver un plissement rayonnant à partir de l'axe vers la circonférence du siphon. Par conséquent, une brisure transverse, plus facile que toute autre suivant le plan d'écrasement des membranes, doit exposer une surface plus ou moins plissée et rayonnée, qu'on peut aisément

attribuer à des lamelles. C'est ce que nous voyons confirmé par la figure de *Huronia spheroidalis* donnée par Bigsby et Stokes, et qui montre une brisure du siphon telle que nous venons de l'indiquer, suivant le plan d'écrasement (*Geol. Trans.*, 1^{re} sér., I, Pl. XXVIII, fig. 5). Nous sommes porté à interpréter de même la section transverse de *Huronia vertebralis* (*ibid*, Pl. XXVIII, fig. 6), bien que son aspect porte encore plus à supposer un système de lamelles. Notre opinion se fonde sur ce que, parmi les nombreuses figures de diverses *Huronia* données par Bigsby et Stokes, soit dans la planche citée, soit postérieurement (*ibid*, vol. V, Pl. LX, fig. 2, 3), aucune ne montre les lamelles supposées, dans leur extension longitudinale. L'existence des lamelles se réduit donc à l'apparence d'une section transverse, qui peut aisément induire en erreur. Ainsi, nous attendrons de nouvelles informations avant d'admettre définitivement que les siphons isolés dits *Huronia* renferment des lamelles rayonnantes. Quant aux formes décrites par divers auteurs, sous les noms d'*Ormoceras* et *Actinoceras*, nous pouvons affirmer, après en avoir examiné un assez grand nombre, qu'il nous a été impossible de découvrir des lamelles longitudinales dans leur siphon.

Nous devons faire remarquer que, dans *Actinoceras pyramidatum*, M'Coy, ainsi que dans une espèce dévonienne de Néhou que nous figurons ailleurs, la surface externe des éléments nummulloïdes offre une série de petits sillons longitudinaux, qu'on pourrait prendre pour l'indication de l'existence de lamelles dans l'intérieur. Cette apparence n'est réellement due qu'à un léger plissement sur la surface des membranes sphéroïdales du cordon charnu, car nous n'avons pu trouver aucune trace de véritables lamelles dans ces fossiles. Nous citons ce fait pour tenir en garde les observateurs, qui chercheront le remplissage lamelliforme dans les céphalopodes siluriens.

Ainsi, tandis que les siphons obstrués par des lamelles rayonnantes sont assez fréquents dans les céphalopodes dévoniens, ils sont jusqu'ici très rares dans les céphalopodes siluriens.

En résumant ce paragraphe, nous dirons que, malgré l'insuffisance des observations relatives à une question restée intacte jusqu'à ce jour, l'étude du remplissage organique du siphon conduit à des résultats qui confirment et étendent les notions précédemment acquises sur la distribution verticale des céphalopodes dans la série des étages paléozoïques. Cette étude, aidant à distinguer l'ordre de succession des divers groupes de ces mollusques, doit donc contribuer à compléter les données que la paléontologie

s'efforce de recueillir dans le but d'établir la chronologie géologique des dépôts sédimentaires, qui constituent une si grande portion de l'écorce solide de notre globe. Ainsi, des faits qui, au premier abord, paraissent presque insignifiants dans l'étude des fossiles, finissent par jouer un rôle utile dans la solution des plus grandes questions que la science se propose de résoudre.

Explication des figures.

Pl. A. fig. 4. Section longitudinale, suivant l'axe, d'un *Orthoceras* de Bohême, qui paraît presque identique avec *O. subannulare*, Münst. On voit les anneaux obstruteurs représentés par leurs sections de chaque côté, au droit des étranglements du siphon, et offrant, comme dans la nature, une teinte plus foncée que le dépôt cristallin calcaire, qui a rempli les vides après la mort du mollusque.

Fig. 2. *Orthoceras docens*, Barr.—Section longitudinale suivant l'axe de la coquille et du siphon, qui est à peu près central. Cet exemplaire montre la décroissance du siphon, c'est-à-dire sa diminution graduelle de diamètre, sur une certaine partie de sa longueur. On voit aussi, dans les éléments nummuloïdes constituant la portion inférieure, les anneaux obstruteurs qui se développent de plus en plus en allant du haut vers le bas, de sorte que leurs surfaces deviennent contiguës. Une partie des contours des éléments nummuloïdes du siphon est dissoute, mais on peut aisément les reconstruire par la pensée. On reconnaît la trace d'un canal qui restait vide au centre des anneaux durant le remplissage, et qui a été comblé par du calcaire spathique durant la fossilisation.

Fig. 3, *id.*—Autre spécimen montrant seulement la partie décroissante du siphon et les anneaux obstruteurs contigus. Le remplissage présente les mêmes circonstances que dans le premier exemplaire.

Fig. 4. Section transverse du spécimen fig. 3, au droit de l'élément nummuloïde le plus bas dans le siphon, et suivant le plan d'écrasement.

Fig. 5. *Ormoceras Bayfieldi*, Stokes. — Cette figure est reproduite d'après celle qui se trouve dans le mémoire de l'auteur cité (*Geol. Trans.*, vol. V, Pl. LX, fig. 4). En la comparant aux figures d'*Orthoceras docens*, on y reconnaît les contours à demi dissous des éléments nummuloïdes du siphon et la forme des anneaux obstruteurs dont la partie interne a été dissoute, tandis que la couche externe s'est conservée. Le spécimen original provient de l'île Drummond, dans le lac Huron, en Amérique.

Pl. B, fig. 6. Section idéale, longitudinale, d'*Actinoceras Richardsoni*? Casteln. Cette figure, destinée à rendre la fig. 7 plus intelligible, représente le fossile au moment où sa fossilisation a été complète, sans qu'il eût subi aucune altération dans son dépôt organique. Ce dépôt est figuré par les surfaces réniformes, d'une teinte un peu foncée, de chaque côté du siphon. Les dépôts dolomitiques qui ont tapissé toutes les surfaces internes de la coquille après la mort de l'animal sont

représentées par une teinte presque blanche. Le calcaire vaseux qui a rempli tous les vides pour compléter le remplissage est figuré par la teinte noire.

Fig. 7. *Actinoceras Richardsoni* ? Casteln. — D'après le spécimen original appartenant à la collection géologique du Jardin des Plantes, et qui nous a été prêté par M. Charles d'Orbigny. Une fracture longitudinale permet de voir l'intérieur du fossile. Les cloisons sont dissoutes, ainsi que les anneaux obstructeurs du siphon, et l'on voit à leur place des vides plus ou moins réguliers, figurés en noir, et dont les parois sont tapissées de cristaux. Le calcaire dolomitique qui a recouvert toutes les surfaces internes de la coquille après la mort de l'animal est représenté par la teinte presque blanche. Il forme l'enveloppe de l'axe solide occupant le centre du siphon, les nappes ondulées qui partent de cet axe, la couche externe du fossile dépouillé de son test, et la double couche qui enfermait les cloisons avant les réactions qui ont dissous les substances d'origine organique. Le calcaire vaseux qui a rempli les derniers vides dans les loges à air et dans le canal du siphon est figuré par une teinte demi-noire, moins foncée que celle qui représente les vides actuellement existants dans le fossile. On remarquera que la fig. 7 n'est pas une section suivant l'axe du siphon, comme la fig. 6, mais simplement une vue de l'intérieur. Dans la comparaison de ces deux figures, il est nécessaire de tenir compte de cette différence. Le spécimen figuré provient de l'île Manitouline, dans le lac Huron.

Fig. 8. Section longitudinale d'une partie de *Cerithium giganteum*, la columelle restant intacte à l'intérieur de la coquille. Les parties du test qui ont été coupées sont figurées avec des stries; le dépôt vitreux est représenté par les surfaces ponctuées; les vides sont en noir, et l'on y voit quelques cloisons figurées en blanc.

Fig. 9. *Magilus antiquus*, Lamck. — Ce beau spécimen, emprunté à la collection de M. Deshayes, montre le dépôt vitreux comblant presque complètement la capacité interne de la coquille. Sa section transverse est rayonnée.

Fig. 10. Forme d'une des dilatations sphéroïdales ou nummuloïdes du cordon charnu du siphon, avant toute compression par les anneaux obstructeurs. La ligne ponctuée, transverse, indique le plan idéal d'écrasement.

Fig. 11. Surface supérieure ou inférieure de l'une des membranes sphéroïdales, lorsqu'elle a commencé à se plisser, par suite de sa compression entre deux anneaux obstructeurs contigus.

Fig. 12. Section verticale de la même membrane suivant la ligne *ab*. Les anneaux obstructeurs sont indiqués par OOOO. On remarquera que cette section est faite dans la direction d'un pli, et, par conséquent, ne peut pas indiquer le plissement comme les sections fig. 13 et 14.

Fig. 13. Section verticale, suivant *cd*, de la membrane sphéroïdale comprimée au premier degré. Il reste encore un vide considérable

entre les plis des deux calottes opposées, bien qu'elles soient rapprochées du plan d'écrasement.

Fig. 44. Section verticale, suivant la même ligne *cd*, de la membrane sphéroïdale comprimée au second degré. Il ne reste que quelques plis, maintenant des vides, entre les calottes opposées, déjà presque complètement appliquées sur le plan d'écrasement. Les membranes sphéroïdales comprimées au troisième degré se voient sur les fig. 45, 48, 49, sous leur apparence naturelle.

Pl. C, fig. 45. *Orthoceras imbricatum*, Wahl. — Section longitudinale montrant la décroissance du diamètre du siphon vers le haut. On voit le petit canal qui reste vide durant le remplissage, le long du bord de l'enveloppe siphonale, le plus rapproché de l'axe de la coquille. Les membranes sphéroïdales, comprimées au troisième degré, sont représentées par des lignes blanches, transverses, ayant l'air d'une cloison dans chacun des éléments nummuloïdes du siphon. Ce fragment appartient à la collection de M. de Verneuil et provient de Gothland.

Fig. 46. *Orthoceras Jovellani*, Vern. — Section longitudinale exposant à la fois les lamelles qui obstruent le siphon d'une manière graduelle à partir du bas vers le haut, et le petit canal conique qui reste vide au milieu durant le remplissage. Ce canal, occupé par du calcaire spathique provenant de la fossilisation, contraste par sa teinte blanche avec les lamelles qui ont une couleur presque noire dans la nature, comme sur notre dessin. Le fragment figuré provient de Sabero, en Espagne, et nous le devons à la bonté de M. de Verneuil.

Fig. 47. *Id.* — Section transverse, un peu au-dessus du petit bout. On voit dans le siphon les lamelles rayonnantes et le canal qui reste encore indiqué au centre.

Fig. 48. *Orthoceras crassiventre*, Wahl. — Section longitudinale suivant l'axe d'un siphon isolé. Le remplissage organique étant à peu près complet, la capacité presque entière est remplie de calcaire spathique. On reconnaît un canal étroit et irrégulier qui, après la mort du mollusque, a été injecté par la vase calcaire bleuâtre, figurée par une teinte foncée. Les membranes sphéroïdales du cordon charnu, comprimées au troisième degré, paraissent sous la forme de lignes courbes aboutissant au canal de chaque côté. Ces lignes sont d'une couleur brune, mais l'injection vaseuse n'a pas pénétré dans leur direction. Cet exemplaire appartient à la collection de M. de Verneuil, et provient de l'île de Gothland.

Fig. 49. — Section longitudinale d'un autre siphon isolé, analogue au précédent, mais d'une forme un peu différente. Le remplissage organique presque complet n'a laissé qu'un canal étroit, ouvert à l'injection de la vase calcaire après la mort de l'animal. Ce canal est placé très près du bord du siphon le plus voisin de l'axe de la coquille. Les membranes sphéroïdales, comprimées au troisième degré, sont représentées dans la nature par des lignes figurées en blanc, et qui ont l'air de cloisons transverses dans les éléments nummuloïdes du siphon. Ces lignes sont unies, à quelque distance du canal, par des courbes qui offrent la même nature de calcaire concrétionné, plus compacte que

le reste du dépôt organique, et qui semblent correspondre à un temps d'arrêt dans le développement des anneaux obstruteurs. Le spécimen, dont la figure ne représente qu'une partie, appartient à la collection formée par Alexandre Brongniart durant son voyage en Suède, et provient de Gothland.

M. Élie de Beaumont rend compte de la lettre suivante de M. A. Pomel.

Notice géologique sur le pays des Beni-Bou-Saïd, près la frontière du Maroc; par M. A. Pomel, sous-ingénieur aux mines de Gar-Rouban.

A l'extrémité occidentale de nos possessions algériennes, derrière la chaîne littorale des montagnes du Trara, et séparé par une plaine de 30 kilomètres, s'élève le massif montagneux des Beni-Bou-Saïd, en forme de plateau assez régulier et très escarpé au N., qui atteint une altitude que nous n'évaluons pas à moins de 1400 à 1500 mètres. La rivière de la Tafna le sépare à l'E. par des gorges profondes du massif de Tlemcen, et à l'O., il se termine par un escarpement considérable, dont l'extrémité, nommée Ras-el-Asfour, forme la limite territoriale de l'empire du Maroc. De cette extrémité du Djebel-Asfour ou montagne des oiseaux, l'œil embrasse une étendue immense dans le désert. On a à ses pieds, vers l'O., une série de plates-formes disposées en gradins du N. au S., avec leurs abruptes tournés vers le N., qui constituent un des points les plus déprimés entre le Sahara et la région agricole du Tell. Cette dépression concorde, vers le N., avec celle qui sépare les montagnes du Trara de celles des Beni-Snacen, et se continue vers le S. en longeant le pied du large massif des hauts plateaux, et rasant l'extrémité de la chaîne intérieure, qui sépare les Chotts du Sahara. On a devant soi les montagnes accidentées des Beni-Yala qui, au delà de la dépression, continuent la direction du Djebel-Asfour, parallèlement aux chaînes des Beni-Snacen et du Rif, que l'on voit se perdre dans l'horizon.

Orographie et végétation. — Le versant septentrional de ce grand plateau, qui mesure 4 à 5 myriamètres de longueur, est assez particulier dans son orographie. Le sommet présente une série d'abruptes, de corniches et de pentes plus ou moins roides, couvertes d'une magnifique végétation forestière, où les chênes verts de différentes espèces constituent l'essence dominante, presque

exclusive même. La zone moyenne, où ne croissent plus que des broussailles épaisses de chênes verts mêlés de quelques arbres de chêne ballote, des oliviers sauvages, des thuyas (*callitris*) et des lentisques, et qui devient souvent remarquable par la profusion des cistes *ladanum*, comprend cinq ou six grosses masses, isolées plus ou moins des flancs de la montagne par des cols peu profonds. De là se projettent, du côté de la plaine, des ramifications de collines arrondies, à pentes roides le plus ordinairement, et fortement découpées par des ravines profondes, qui donnent à l'orographie une complication qui n'est pas habituelle en Algérie. La zone inférieure du versant est formée de collines disloquées, à sommet rectiligne et comme tronqué, dont le bord est souvent escarpé, et que couvrent d'épais thuyas et lentisques, et, enfin, commence une plaine ondulée remarquable par la grande quantité de ses vieux oliviers sauvages.

Cours d'eau. — De nombreux petits ruisseaux descendent sur le flanc de la montagne de la zone supérieure, et constituent, par leur réunion, deux petites rivières qui tarissent en été en approchant de la plaine, l'oued Abla et l'oued Kseub. Deux autres rivières aux eaux plus abondantes sortent directement du plateau. L'une, l'oued Zouïa, qui prend sa source près de la frontière, coule dans une petite gorge de l'O. à l'E., puis s'infléchit pour se précipiter en cascades et couler directement à la plaine de Lalla-Maghnia ; l'autre, l'oued Khemis, plus importante, coulant dans la même direction, mais dans une gorge bien plus profonde, se réunit à la Tafna sans sortir du massif montagneux.

J'aurais désiré décrire avec détail la géologie de cette petite région, qui vient, dans ces derniers temps, d'acquérir une importance notable par la découverte de plusieurs gîtes métallifères, dont quelques-uns, exploités dans des temps fort anciens sur une grande échelle, promettent une grande richesse minérale. Mais ne pouvant actuellement l'explorer en détail en raison du peu de sécurité qu'un voyageur isolé rencontre chez les populations kabyles, dans une contrée trop souvent encore théâtre de brigandages, je me vois obligé de me restreindre aux limites que mes travaux aux mines de Rouban me permettent d'étudier avec plus de soins, et pour lesquelles seules nous avons pu dresser une carte exacte ; mais considérée d'ensemble, et sous un point de vue général, cette petite contrée ne diffère que fort peu du reste, et peut, sous ce rapport, nous servir de type.

Schistes de transition plissés suivant la direction du système du Finistère (E. 18° 15' N.). — L'immense développement en surface

des terrains crétacés et tertiaires forme, avec l'extrême rareté et l'étendue très réduite des formations plus anciennes, le trait le plus caractéristique de la géologie algérienne. Ces terrains plus anciens, qui percent çà et là le long du littoral, sont bien loin, chronologiquement, de ceux qui les recouvrent, puisqu'ils se rapprochent, pour la plupart, de la série de transition, et leur contact immédiat dénote une immense lacune dans les sédiments de cette contrée.

Cette lacune est surtout mise en évidence sur le versant septentrional de la montagne des Beni-bou-Saïd, le Djebel-Asfour, où l'on voit une longue bande de terrain schisteux, commençant un peu à l'O. de la Tafna, et s'étendant avec une largeur de 5 à 6 kilomètres jusqu'au Maroc, où l'œil la suit encore à distance aux formes topographiques qu'elle affecte. Elle supporte directement, dans toute cette étendue, une épaisse couche de dépôts crétacés qui constituent la zone supérieure du versant et tout le plateau, ainsi que les collines disloquées de la zone inférieure, qui s'enfoncent sous les sédiments plus modernes de la plaine.

Ce terrain comprend des schistes argileux plus ou moins fissiles, prenant rarement les caractères d'une ardoise grossière, d'une dureté variable, quelquefois décomposés, de couleur ardoisée, grise, jaunâtre, nuancés rarement, qui constituent la roche dominante. On y remarque des paillettes de mica, des grains fins de quartz, qui dominent dans certains lits de manière à former de vrais grès schisteux. Avec eux alternent un grand nombre de fois, dans un ordre en apparence irrégulier, et qu'il est impossible encore de reconnaître, des assises grossièrement schistoïdes, ou de petits bancs de grès, tantôt argileux et tendres, tantôt compactes, durs, et toujours à grains fins, dans lesquels on rencontre des cristaux de pyrite de fer. Ces quarzites font çà et là saillie à la surface du sol, au-dessus des schistes délités et décomposés. Des recherches multipliées, et souvent minutieuses, n'ont pu m'y faire reconnaître les moindres traces de corps organisés fossiles, si ce n'est une ou deux empreintes vagues et incertaines de végétaux. Je remarquerai que le terrain n'a pas subi des modifications telles, que l'on puisse supposer que les fossiles en aient été détruits.

Ce caractère négatif concorde, du reste, parfaitement avec les caractères stratigraphiques des couches, pour faire classer cette formation schisteuse dans une des plus anciennes périodes de dépôt. Des plissements nombreux sous des angles très vifs, et le plus souvent très aigus, qui rappellent parfois ceux des terrains carbo-

nifères du nord de la France, redressent partout les couches dont les tranches rubanent le sol dans une direction à peu près constante. Les affleurements des couches varient depuis N. 70° O. jusqu'à N. 110° O.; et cette amplitude ferait supposer, de prime abord, que ces directions appartiennent à deux systèmes particuliers de mouvements. Mais il n'en est point ainsi; car une étude plus attentive fait reconnaître que les plis généraux dirigés O. 2° à 3° S. de la boussole ont été primitivement redressés transversalement à leur direction, pour former un système de collines dont nous parlerons bientôt; leur direction doit donc diverger à partir du pli partout où celui-ci est coupé obliquement par le plan horizontal. Les plissements eux-mêmes affectent parfois des anomalies dues à ce que, dans leur mouvement postérieur, ils ont été chassés du plan vertical dans lequel ils étaient compris d'abord, et qu'ils ont obéi au mouvement qui a généralement infléchi l'ensemble des strates redressés vers le S. De là encore la source d'une erreur dans les observations de direction. L'orientation moyenne des arêtes de plissement et celle des tranches de strate corrigées de la déclinaison magnétique, à Rouban, est E. 16° à 22° N., et rentre aussi exactement que possible dans la direction E. $18^{\circ} 15'$ N. que doit avoir, à fort peu près, à Rouban ($4^{\circ} 30'$ long. O. et $34^{\circ} 50'$ lat. N.), la parallèle au grand cercle de comparaison du système du Finistère. Or, ce système n'ayant également disloqué et plissé que des terrains immédiatement antérieurs aux couches siluriennes, on est en droit d'y reconnaître une confirmation des prévisions de M. Élie de Beaumont sur l'âge de ces terrains schisteux du littoral de l'Algérie (*Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 105); ces terrains sont donc antésiluriens.

Comme il était naturel de s'y attendre, cette formation si ancienne a été bien des fois disloquée depuis cette première révolution dont les traces orographiques ont été presque totalement effacées, et ces dislocations postérieures ont laissé, dans la fissuration des strates et dans le relief compliqué du sol, des preuves plus ou moins évidentes de leur ancienne action. La plus ancienne de celles-ci paraît être indiquée par des éruptions de roches porphyritiques en filons puissants qui, sur un parcours de 3 kilomètres, sont tronçonnées en une foule de lambeaux, avec des rejets souvent considérables.

Filons de porphyre, système du Morbihan (O. $38^{\circ} 55'$ N.). — Un de ces filons, de 10 mètres d'épaisseur, court le long de l'oued Kseub sur le plan occidental du djebel Ger-Rouban avec une direction moyenne voisine du N. 30° O. Il se compose d'une roche

compacte de substance feldspathique presque grenue, de couleur grise, parsemée de très petits cristaux de feldspath, de quelques rares grains de quartz et d'une très faible proportion de paillettes de cuivre argentées ; ses affleurements sont souvent décomposés et changés en un kaolin de même couleur, ou rougi par l'oxyde de fer qui résulte de la décomposition de gros cristaux de pyrite disséminés dans la roche.

Le versant opposé du même djebel est traversé par un autre dyke, épais de 2 mètres, d'une roche plus tendre, toute plus ou moins kaolinisée, d'un gris plus terreux, quelquefois teintée de verdâtre par du silicate de fer sans doute ; dans la profondeur, elle est d'un gris plus blanchâtre, et prend une homogénéité qui la distingue de la précédente ; sa direction est N. 33° O., et il est accidenté par quelques rejets difficiles à étudier à la surface, où les affleurements sont cachés par l'humus et la végétation. Il n'est connu que sur une longueur de 7 à 800 mètres.

Ce filon a cela de particulier, qu'il est accompagné de veines plus ou moins renflées de barytine lamellaire blanche, qui sert de gangue à de la galène à grandes facettes tourmentées, contenant 0,0004 d'argent, d'après des essais approximatifs. Les veines ont quelquefois 60 centimètres d'épaisseur, et se réduisent souvent à 10 ; elles existent tantôt sur une salbande, tantôt sur l'autre, ou simultanément aux deux parois, et, d'autres fois, elles pénètrent dans la masse du dyke. En certains points elles abandonnent le porphyre pour entrer dans les schistes, et leur gangue, alors quartzeuse, n'admet plus qu'une petite quantité de barytine. Nous avons plusieurs exemples de cette singulière modification. Cette injection métallifère est évidemment postérieure à l'apparition du porphyre, qui aura sans doute été modifié par elle et rendu plus facile à se décomposer. Elle s'est également produite, mais sur une très petite échelle, dans le grand filon de l'oued Kseub, où l'on voit, à la porte des constructions de la compagnie des mines, une veine de barytine et galène absolument identiques, épaisse de quelques centimètres, et affleurant sur quelques mètres seulement.

Si nous cherchons parmi les systèmes de montagnes une direction correspondante, nous ne trouverons que celle du Morbihan, N. 35° 30' O. de la boussole, qui puisse lui être comparée avec un écart peu important en la matière. En effet, nous avons indiqué la direction de deux lambeaux les plus étendus en longueur ; mais, si nous suivons vers le N.-O. le grand filon, nous le trouverons accidenté par des failles nombreuses entre lesquelles les lambeaux varient du N. 25° et 30° à 40° et 45° O. ; elle devient

même, en un point anomal, N. 60° O. On observe souvent des pointements de roches porphyriques, soit semblables aux précédentes, soit protogineuses avec des teintes verdâtres qui appartiennent à d'autres filons également disloqués, et qu'il est très difficile de relier entre eux, lorsque les affleurements sont terreux ou que le sol est couvert de broussailles et d'humus; il se pourrait que les porphyres protogineux fussent d'une date plus récente que les autres, mais c'est encore pour nous un problème difficile à résoudre. Nous ne pouvons non plus qu'indiquer en dehors de nos limites, près de l'oued Abba, une grosse masse de diorite qui perce à travers les schistes, mais dont nous n'avons pas étudié le gisement.

En considérant les dislocations en tronçons épars de ce grand dyke de porphyre, on reconnaît que celles qui l'ont le plus accidenté sont à peine marquées à la surface du sol, et qu'elles sont à fort peu près parallèles à la schistosité générale du terrain encaissant, comme si ses lits relevés avaient simplement glissé les uns sur les autres, mais d'une quantité qui dépasse quelquefois 100 mètres. Ce mouvement paraît s'être produit à une époque peu éloignée de celle de l'apparition du système de Morbihan, ainsi que nous allons l'établir. On peut donc y voir une probabilité de plus pour rapporter l'éruption des porphyres à ce système du Morbihan, et fixer leur âge au moins au premier temps de la période silurienne.

Système du Hundsrück déterminé par la direction des collines (E. 38° 20' N.). — Le mouvement suivant les lits du terrain schisteux, que nous ont accusé les rejets du porphyre, a fait dévier un certain nombre de ceux-ci du N. vers l'O., de manière que leur extrémité S. se trouve portée vers l'E. du tronc voisin, l'opposée vers l'O., comme s'ils avaient obéi à une compression oblique à la schistosité. Les djebel Gar-Rouban et Tessidilt, entièrement schisteux et s'élevant à 350 mètres au-dessus du ravin de l'oued Kseub, barrent l'origine de cette vallée sous forme de cirque irrégulier, en s'allongeant suivant une direction E. 20° N. magnétique, et en faisant un angle très aigu avec les lignes de schistosité et s'y confondant même en quelques endroits. Cette direction s'observe sur tous les contre-forts qui descendent vers l'oued Kseub de la petite chaîne frontière, et se trouve jalonnée vers l'E. par plusieurs gros mamelons qui en ont été évidemment séparés plus tard. Des fentes étroites souvent remplies de quartz coupant les schistes, des ravins et de nombreuses déviations des petits cours d'eau, ont encore une direction parallèle. La plus forte saillie de ces accidents, sur

le bord méridional de la bande schisteuse, semblerait indiquer le siège de la plus grande intensité du phénomène, si les dislocations plus récentes ne devaient pas également revendiquer une part d'action dans cette élévation. La parallèle au grand cercle de comparaison du système de Hundsrück court à Rouban E. $22^{\circ} 50'$ N. magnétique, ou E. $38^{\circ} 20'$ N. astronomique, à très peu près parallèlement à la direction de ces accidents qui se trouvent à une faible distance du passage du grand cercle de ce système.

Cette concordance des phénomènes géologiques est réellement singulière dans une région si restreinte ; mais elle ne peut être l'effet du hasard ; et, quoique les grands phénomènes géologiques subséquents n'aient agi ici qu'avec une faible intensité, nous pouvons, en en scrutant avec soin les traces, reconnaître qu'elle se poursuit à travers les âges plus récents.

Système du nord de l'Angleterre (N. $5^{\circ} 45'$ E.). — Ainsi, nous observons des fissures nombreuses dont plusieurs sont injectées de quartz, et des crêtes assez aiguës et rectilignes, qui descendent du djebel Sidi-Ali-Ben-Yaya élevé de plus de 600 mètres au-dessus de Rouban, et qui vont se perdre, après des alignements successifs, sous les dépôts crétacés des derniers monticules avec une direction N. 8° à 9° E. de la boussole, peu différente de celle du système du nord de l'Angleterre qui, transportée à Rouban, est N. $5^{\circ} 45'$ O. astronomique.

Système du Rhin (N. $13^{\circ} 10'$ E.). — La même relation existe entre le système du Rhin (N. $13^{\circ} 10'$ E.) et des collines situées un peu plus à l'E. que les précédentes, partant de la corniche des mines de Zouïa, de chaque côté de l'oued Chabbat-Bousina. D'autres sommets partagent les eaux entre l'oued Aiach et l'oued Sidi-Ali-Ben-Yaya, entre l'oued Kseub et le Teniet-Rouban, depuis le Jorf central jusqu'aux collines de grès crétacés. Leurs directions varient de N. 24° à 28° E. de la boussole, c'est-à-dire de N. 9° à 13° E., s'infléchissant ainsi vers le N. d'une petite quantité.

Filon métallifère de Gar-Rouban. — Nous passons ensuite à des dislocations plus intéressantes, en ce qu'elles ont amené au jour de riches émanations métallifères, et donné à la région dont nous esquissons les caractères géologiques une importance remarquable.

Le principal gîte métallifère de Gar-Rouban est un puissant filon qui traverse et coupe le grand dyke de porphyre sous un angle très aigu, et n'est nullement accidenté par les failles particulières à celui-ci, ou se liant aux dislocations que nous avons précédemment signalées. Il est donc postérieur de beaucoup à ce

dyke. Sa direction est néanmoins encore modifiée par deux séries de failles dont nous parlerons plus tard. Ce filon est remarquable par la singularité de ses ramifications. La partie principale, et l'on pourrait dire le corps, occupe une longueur de plus de 500 mètres sur les flancs du djebel Gar-Rouban avec une puissance de 6 à 10 mètres. Elle est composée généralement de quartz, barytine et fluorine, qui se succèdent assez régulièrement en zones parallèles, et suivant cet ordre, des salbandes au centre, et figurent sur les affleurements un rubanement parfaitement caractérisé. Cette partie paraît fort riche en minerai de plomb à l'état de sulfure notablement argentifère (de 0,0008 à 0,0015), et elle a été profondément exercée par des travaux anciens qui s'approfondissent presque à ciel ouvert sous forme d'une immense crevasse, et paraissent scrupuleusement respecter toutes les parties du filon où le minerai n'est que disséminé dans les gangues. En certains endroits, les parois des excavations portent l'empreinte évidente des coups de pointerolles; mais ailleurs les surfaces presque lisses et compactes, ainsi que des traces de charbon, attestent l'emploi du feu dans l'exploitation.

Le quartz, en général grenu, est remarquable aux affleurements par la structure en apparence fendillée par des vides minces et larges, disposés sans ordre ou rayonnants, qui semblent retracer l'image des cristallisations barytiques. A une petite profondeur dans les travaux actuels, on remarque, en effet, des lames de barytine dans le quartz, et quelquefois elles sont presque remplies par de la galène en petits cristaux empâtés. La barytine est blanche, lamellaire, et la fluorine, d'une teinte grise enfumée, est en cristaux amorphes, peu limpides et rarement bleuâtres.

Ramifications du filon. — Vers le S., le corps du filon se subdivise en deux rameaux principaux dont l'un semble prolonger l'axe, tandis que l'autre en diverge vers le S. sous un angle de 20 degrés. Le premier montre à peu près la même structure que le corps principal, à la puissance près (4 à 5 mètres). Le second ne dépasse guère 2 mètres, paraît moins métallifère aux affleurements, et n'a qu'à peine été entamé par les anciens. Cependant les travaux modernes y ont fait reconnaître de beaux massifs de minerai. Entre ces deux rameaux se trouvent des veines plus ou moins régulières de barytine, et le tout semble se terminer par un réseau de veines plus ou moins atténuées, dont quelques-unes sont encore métallifères à plusieurs 100 mètres au delà.

Au N.-O., le filon cesse d'être régulier vers un énorme empâtement quartzeux et un peu barytique, qui s'en détache du côté

du N., et cesse bientôt en s'atténuant rapidement. En même temps, il se divise en rameaux peu divergents qui se subdivisent, s'anastomosent, et reconstituent deux branches divergentes à peu près comme celles de l'extrémité opposée, avec cette différence que celle qui prolonge l'axe est située en sens inverse, et que toutes deux s'étendent sur une plus grande longueur. Des travaux assez importants, toujours à ciel ouvert, ont été opérés sur le rameau de l'axe, malgré son apparence de pauvreté et la dureté de sa gangue entièrement quartzeuse, et remplie de druses à gros pointements de cristaux. Le second rameau, également exploité sur plusieurs points, se compose d'affleurements quartzeux et barytiques, et se continue plus loin que le précédent après s'être infléchi deux fois, et avoir fourni un troisième petit rameau peu important sur lequel les anciens ont ouvert des recherches. Pris de l'extrémité du second rameau, dans une partie entamée par un ravin, on retrouve une petite quantité de fluorine dans les déblais épars des travaux anciens. Une particularité de cette partie désordonnée du filon est l'enrichissement en pyrite cuivreuse, qui partout ailleurs ne se montre qu'à des traces de coloration superficielle ou par de très rares cristaux disséminés.

Le parcours de ce curieux filon métallifère n'égale pas moins de 2,000 mètres d'une extrémité à l'autre de ses rameaux extrêmes, et quoique certaines parties paraissent devoir être plus ou moins stériles, notamment dans le réseau des ramifications, il n'en reste pas moins un vaste champ d'exploitation que les anciens n'ont fait qu'entamer dans les parties les plus faciles, et qui, tout en restant bien au-dessous de leurs travaux, peut être attaqué à la fois sur une hauteur de plus de 200 mètres par des galeries étagées d'un faible parcours.

Direction d'emprunt. — Quand on étudie avec soin les allures des divers rameaux, on est bientôt convaincu que l'anomalie de direction ne présente qu'un désordre apparent. En effet, la dislocation qu'a préparée l'éruption des porphyres a agi avec une grande intensité sur le terrain schisteux, qui se trouve pour ainsi dire craquelé par les lits de schistosité et un système très régulier de fissuration parallèle à la direction de ce porphyre. On en trouve mieux les traces à plus de 1 kilomètre de part et d'autre, et les fissures produites, quoique d'une amplitude très médiocre, sont souvent infiltrées de filets quartzeux. Près des salbandes du filon métallifère, cette injection est surtout fréquente, et on la voit partir directement de celui-ci. Or, les directions des rameaux divergents se coordonnent à l'allure de ces anciennes dislocations,

dont quelques-unes des fissures ont dû s'agrandir lors de la formation du filon métallifère, et être également remplies par lui. Il n'y a donc là qu'une direction d'emprunt avec tous les accidents qui peuvent résulter de ce genre de phénomène.

Système du Thuringerwald (O. $29^{\circ} 10'$ N.). — En faisant abstraction des déviations des rameaux dans le sens de la direction du dyke porphyrique, nous avons eu d'autres petites anomalies produites par des failles qui ont disloqué notablement le corps du filon en deux ou trois points, et sur lesquels nous reviendrons bientôt. La moyenne de direction des tronçons est N.-O. magnétique, et ne correspond parmi celle des systèmes européens qu'aux dislocations du Thuringerwald qui, rapportées à Rouban, courent O. $44^{\circ} 40'$ N. magnétique (O. $29^{\circ} 10'$ N.). Cette direction se reproduit à fort peu près dans l'alignement d'une triple série de mame-lons qui, partant des crêtes limites entre les bassins de l'oued Kseub et de l'oued Zouïa, se dirigent en franchissant les autres petits cours d'eau jusqu'au delà de cette première oued. Les petites vallées qui tronçonnent ce système de rides, et y rattachent des collines de formation plus récente, indiquent qu'elles sont d'une date assez ancienne, et qu'elles ont été postérieurement modifiées par d'autres mouvements dont l'empreinte est mieux marquée sur la direction des ruisseaux.

Des gites analogues existent à 3 ou 4 lieues vers l'E., sur le versant du djebel Abia, et ont donné lieu à une demande en concession.

Failles du système de la Côte-d'Or (N. $43^{\circ} 15'$ E.). — Les failles qui accidentent le plus souvent le filon métallifère, mais toujours d'une petite quantité, qui dépasse rarement l'épaisseur totale du filon, sont fort nettes sur les flancs dénudés de la montagne, et se poursuivent sur près de 1 kilomètre de longueur en traversant la masse du Tessidilt suivant une direction E. 30° N. magnétique. L'orientation du système de la Côte-d'Or n'en diffère que de 1 degré $1/4$ vers le N. Elles peuvent donc être rapportées à ce système, qui ne se manifeste d'ailleurs dans la contrée que par de faibles accidents topographiques.

Collines affectant la direction du système du mont Viso (N. $30^{\circ} 40'$ O.). — Nous avons dit que les collines, alignées suivant le système du Thuringerwald dans le bassin de l'oued Kseub, avaient été tronçonnées, et que leurs tronçons formaient l'origine d'autres collines moins élevées, d'une direction différente. Ces collines courent entre les parties inférieures des oued Kseub, oued Allonfa et oued Aiach, en se rapprochant des terrains cré-

tacés qui ne portent nullement l'empreinte de leur direction. Celle-ci, N. 15° à 16° O. magnétique, ne peut coïncider qu'avec la direction du système du mont Viso, dont M. Coquand a observé également l'existence dans l'empire voisin du Maroc. Malheureusement ces accidents sont ici trop peu nombreux, et ne présentent pas avec les terrains crétacés assez de relations pour que nous puissions nous baser sur eux pour établir la classification de ces terrains. Du reste, c'est un problème dont nous espérons trouver la solution dans la partie plus orientale de la région schisteuse.

Terrain crétacé. — La bande de terrain de transition dont nous venons d'esquisser les caractères géologiques et orographiques est comprise dans une lacune des terrains crétacés, qui la limite au N. par des collines accidentées, et au S. par le long et haut plateau, brusquement interrompu à la frontière marocaine par la dépression qui constitue, en quelque sorte, la porte du Sahara. Cette formation crétacée comprend quatre groupes de couches, dont l'épaisseur totale, au-dessus de Gar-Rouban, dépasse 400 mètres.

Calcaire et dolomie. — La partie inférieure, reposant toujours sur les schistes anciens par l'intermédiaire d'un détritit ou d'une partie altérée et colorée en rouge plus ou moins violacé de 1 à 3 mètres d'épaisseur, se compose de couches puissantes d'un calcaire compacte, gris noirâtre, presque partout dolomitisé aux affleurements, et montrant alors une structure cristalline plus ou moins avancée. Les couches les plus inférieures renferment quelques débris peu caractérisés de Térébratules et d'Huitres; à la partie supérieure ils deviennent un peu marneux, alternent même avec quelques lits d'argile et de grès argileux, et renferment une quantité variable de fer oolithique qui, de chaque côté de la gorge de Zouïa, forme plusieurs couches d'un beau minerai de fer. On y trouve des Bélemnites, Ammonites, quelques mollusques gastéropodes et lamellibranches, et des empreintes du fucus du genre *Granularia*. Nous n'avons pu nous procurer de Bélemnites déterminables en raison de leur empâtement dans la roche, et nous n'osons pas non plus risquer la détermination des trois ou quatre espèces d'Ammonites, en général assez frustes, privé que nous sommes de tout élément de comparaison. Ces couches forment des corniches, des escarpements, ou des petits lambeaux disséminés le long du bord méridional de la bande schisteuse, et affectent une apparence de discordance de stratification avec le reste des couches, apparence produite par des dislocations qui ont placé à des niveaux différents les deux bords de plusieurs failles, et démantelé plusieurs des lambeaux surélevés. Ces dolomies sont,

en outre, remarquables par de nombreuses injections de substances métalliques, qui ont rempli les fissures et ont pénétré la roche dans laquelle elles sont disséminées en nodules et en cristaux plus ou moins volumineux. Ces substances sont de la galène peu argentifère (0,0002), de la blende et des traces de pyrite cuivreuse avec mélange de plomb et d'un peu de calamine. Les minerais de zinc sont peu abondants et n'ont encore été rencontrés que sur un seul point de la concession de Gar-Rouban, à l'extrémité de la corniche qui s'avance sur l'oued Zouïa et aux pieds des grands escarpements du plateau. Un peu plus à l'O. de ce point, des recherches récentes ont fait reconnaître des traces d'anciennes exploitations, et ont entamé un massif, fort riche en sulfure et en carbonate de plomb, qui envahit toute la dolomie sur une épaisseur de plusieurs mètres ; on y a trouvé dans des fissures de très belles cristallisations aciculaires d'aragonite. Ces émanations magnésiennes et métalliques sont en relation directe avec les failles dont nous venons de signaler l'existence.

Argiles marneuses. — Au-dessus de ces premières assises reposent des argiles plus ou moins marneuses qui renferment quelques bancs de calcaire marneux et de grès, et qui occupent une épaisseur que nous n'avons pu mesurer parce que les couches inférieures en sont presque partout cachées par les failles ; mais elle est au moins égale à celle des calcaires et dolomies de la base, et le tout doit mesurer environ de 120 à 150 mètres. Nous n'y avons observé aucune trace de fossiles.

Grès à empreintes végétales. — Viennent ensuite, après quelques alternances, des bancs d'un grès uniforme, à grains quartzeux, fins et cristallins, peu compactes, et s'égrenant facilement sous le choc ; on y voit quelques empreintes de végétaux indéterminables, et pour la plupart ayant été produites par des tronçons de branches et de rameaux ; une feuille et des empreintes de rameaux nous ont paru appartenir aux conifères et aux dicotylédones phanérogames. Une empreinte d'Ammonite fruste et de quelques coquilles turriculées sont les seuls débris d'animaux que nous y ayons aperçus. Les couches ont de 1 à 10 mètres de puissance, et renferment quelques assises marneuses qui produisent des sources peu abondantes. L'homogénéité de ce dépôt sur une grande surface, car il se prolonge bien au delà de Tlemcen, et son épaisseur, de 200 à 250 mètres, sont très remarquables, et font un des caractères les plus saillants de cette région. Ses pentes sont toujours assez roides, au contraire de celles des dépôts argileux, et forment souvent des escarpements verticaux qui en occupent toute l'épais-

seur. Les parties les moins déclives sont couvertes de belles forêts de chênes verts, qui ne contribuent pas peu à entretenir les belles sources qui sourdent à sa base.

Calcaire avec débris de coquilles d'Huîtres. — Descouches d'un grès noirâtre, peu marneux, forment le couronnement du plateau sur une petite épaisseur (10 à 15 mètres), et renferment des fossiles plus ou moins mal conservés, mais surtout des débris de coquilles d'Huîtres, parmi lesquels nous avons cru reconnaître une *Ostrea larva*. Ce dernier dépôt paraît acquérir plus loin une plus grande importance, et peut-être appartient-il à l'étage des Nummulites, dont nous n'avons, du reste, reconnu la moindre trace au djebel Asfour. On voit que nos renseignements paléontologiques sont, pour ainsi dire, nuls pour résoudre la question de l'âge de ces dépôts crétacés, qui paraissent constituer un tout continu. L'orographie ne nous fournit pas non plus d'éléments positifs pour la solution de cette question, mais il nous paraît très probable que nous avons dans ce système de couches un représentant de l'étage supérieur des terrains crétacés, postérieur à la formation du système du mont Viso.

Faïlles du système des Pyrénées (O. 13° 30' N.). — Le bord de la crête du plateau court dans son ensemble E. 5° N. M., c'est-à-dire E. 20° 30' N. astr.; mais il présente des anfractuosités peu profondes, dont la direction du côté O. est O. 29° à 3° N. Les lambeaux disloqués qui se trouvent au pied des escarpements, où ils forment de grandes corniches, ont été dénivelés et se sont pour la plupart élevés de manière à masquer une épaisseur notable des couches argileuses qui recouvrent les calcaires et les dolomies. Les lignes suivant lesquelles s'est opéré ce mouvement courent O. 29° N. M., et sont complètement concordantes avec la direction du système des Pyrénées, qui, transportée à Rouban, devient O. 13° 30' N. et augmentée de la déclinaison magnétique est O. 29° N. de la boussole.

Une de ces failles commence au-dessus du village de Rouban, dans le ravin de l'oued Bouami, suit pendant quelque temps la direction du plateau en ce point jusqu'à l'inflexion qu'il fait au-dessus du djebel Tessidilt; les dolomies relevées du côté N. de la faille sont en contact avec les grès et cachent par conséquent toute l'épaisseur des argiles. De là la faille descend dans la vallée de l'oued Boasa, met à nu la plus grande épaisseur des argiles et même peut-être une partie des dolomies, ne laisse sur son bord N. que quatre ou cinq lambeaux dolomitiques, remonte ensuite vers le Jorf Boasa, où les argiles sont encore en plus grande partie

cachées par la dolomie et les schistes sur lesquels elle repose ; elle redescend dans une autre vallée du Teniet Rouban, met à nu, cette fois sur son bord méridional, un grand escarpement dolomitique, remonte encore sur l'autre versant pour raser un autre Jorf (ou escarpement) semblablement dénivélé, et, entrant dans le Maroc, s'y prolonge au loin par des accidents analogues que l'œil reconnaît facilement. Le parcours de cette faille sur le territoire algérien est de 6 kilomètres, et la galène s'y montre en beaucoup d'endroits dans la dolomie sur le bord même de la brisure.

Une autre faille, parallèle, et située à 200 ou 300 mètres plus au N., semble la continuation de la partie haute de l'oued Oled. Elle amène au jour des dolomies avec galène à l'origine de ce ruisseau, porte un gros mamelon schisteux, le djebel Sidi-Ali-Ben-Yaya, qui conserve encore des traces de son ancien manteau dolomitique, presque jusqu'à la hauteur des grès, et elle va se perdre vers l'E., au passage de l'oued Zouïa, qui coupe en deux la plate-forme dolomitique séparée au N. par cette faille. C'est sur ce lambeau inégalement soulevé que l'on a ouvert des recherches pour la reconnaissance du gisement de la galène qui y est très abondante. Sur l'un des points, elle s'est montrée souillée par un mélange, quelquefois en forte proportion, de sulfure de zinc.

Plus loin, à l'E., on remarque encore les grandes corniches du Marabout de Sidi-Jacob, qui courent dans la même direction jusqu'au djebel Abba, et ont été produites par une autre faille située encore plus au N., et dont les effets se sont fait sentir à partir même de l'oued Zouïa. On y a également reconnu quelques gisements de galène.

Système des grandes Alpes (E. 20° 15' N.). — Le grand et dernier phénomène qui a donné à la contrée son caractère orographique actuel est celui qui, ridant tout le sol barbaresque, depuis le golfe de Gabes jusqu'aux îles Ténériffe, a soulevé tout le djebel Gar Rouban, qui n'est que l'extrémité de l'une de ces grandes rides. Son orientation est exactement celle que doit avoir à Rouban le système des grandes Alpes, et c'est celle que présentent les deux oued Zouïa et Khemis, qui sillonnent le haut du plateau. Les failles pyrénéennes vont donc successivement croiser cette direction ; mais il est très remarquable que les dénivellations observées sur les flancs n'entament qu'à peine le bord de ce long plateau, et ne sont que peu perceptibles à son sommet, comme si le mouvement du terrain crétacé suivant ces failles n'avait été opéré que par le soulèvement en masse du djebel Asfour, qui n'a

pu s'effectuer en réalité qu'en modifiant plus ou moins le résultat des accidents antérieurs de dislocation.

Résumé. — En résumé nous avons reconnu dans la région des Beni-bou-Saïd les traces de plusieurs phénomènes fort anciens de dislocations, et pu établir l'âge des schistes anciens qui en constituent le sous-sol. Nous avons signalé les caractères de deux systèmes particuliers de gîtes métallifères, dont l'un est en filons antérieurs au terrain jurassique, et l'autre s'est fait jour par des failles nombreuses de l'âge des soulèvements pyrénéens; enfin, nous avons constaté l'existence d'un immense dépôt crétacé émergé avant le dépôt des terrains tertiaires moyens, qu'il domine actuellement de plus de 800 à 900 mètres.

Séance du 7 mai 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. WHITNEY (Josiah D.), à New-York (États-Unis), présenté par MM. Damour et Descloizeaux.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, avril 1855.

De la part de M. Gustave Cotteau, *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, 16^e livraison.

De la part de M. Logan, deux planches représentant des Graptolithes trouvées dans les environs de Québec (Canada).

De la part de M. A. Viquesnel, *Itinéraire d'un voyage dans la Turquie d'Europe en 1847-1848*, planches 15, 16, 17 et 18.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 17 et 18.

L'Institut, 1855, nos 1412 et 1413.

The Athenæum, 1855, nos 1435 et 1436.

Proceedings of the royal Society, vol. VII, nos 9 et 10.

Zeitschrift für die gesammten naturwissenschaften, etc.
(Bulletin de la Société des sciences naturelles de Halle pour la Saxe et la Thuringe), année 1854, IV^e vol.

Revista minera, 1855, n° 119.

The Canadian journal; mars 1855.

M. Logan fait la communication suivante :

M. Logan, Directeur de l'exploration géologique du Canada, présente à la Société des gravures de plusieurs espèces de Graptolithes trouvées dans la formation silurienne des environs de Québec. Il dit que les échantillons originaux sont maintenant entre les mains du professeur James Hall d'Albany, et qu'une description de ces fossiles par ce savant naturaliste sera bientôt publiée avec des planches dont celles mises sous les yeux de la Société formeront partie. Cette publication sera la première d'une série de décades des fossiles du Canada qui paraîtra par ordre du gouvernement canadien. La collection, maintenant très considérable, de fossiles réunie pendant les travaux de l'exploration géologique du Canada, offre beaucoup d'espèces nouvelles, et le Directeur a cru que le meilleur moyen de faire connaître les résultats de cette investigation, et d'avancer la science, serait de publier des descriptions illustrées de ces fossiles par livraisons au lieu d'attendre le complément des travaux.

D'après M. Hall, ces Graptolithes sont les plus parfaites jusqu'à présent connues, et elles font voir selon lui que les différences qui ont donné lieu aux distinctions de *Monograpsis* et de *Diplograpsis* ne tiennent qu'à des différences de position d'une même espèce, selon que l'animal se présente étendu ou replié sur lui-même.

Avant de parler de la position géologique de ces fossiles il ne serait peut-être pas inutile d'indiquer en peu de mots la succession des couches qui composent la partie inférieure du terrain paléozoïque du Canada. Dans le Bas-Canada, ce terrain repose directement sur les tranches d'une formation de schistes et calcaires cristallins, auxquels la commission géologique a donné le nom de *système laurentien*, et qui paraît être identique en âge ainsi qu'en caractères minéralogiques avec le système gneissoïde de la Scandinavie. Sur les lacs Supérieur et Huron une série de

grès et de schistes caractérisée par des veines de cuivre se trouve entre le système laurentien et le terrain paléozoïque, mais ces roches cuprifères, distinguées sous le nom de système huronien (cambrien) paraissent manquer entièrement dans le Bas-Canada.

La plus ancienne formation fossilifère du Canada est celle que les géologues de New-York ont appelée le grès de Potsdam, et qui atteint quelquefois une puissance de 100 à 200 mètres. Le seul affleurement de cette formation dans les environs de Québec est à Lorette, où le grès n'a qu'environ 7 mètres d'épaisseur, et n'offre aucun des fossiles qui le caractérisent en d'autres parties du Canada.

Ces fossiles sont *Fucoides*, *Lingula prima*, *L. antiqua* (Hall) et les *Protechnites* du professeur Owen, de Londres. Après le grès de Potsdam vient le grès calcifère, qui se présente sur la rivière Ontaouais avec une puissance d'environ 100 mètres, et qui est suivi par le calcaire de Chazy ayant quelquefois une épaisseur de 50 mètres. La première de ces formations paraît ne pas exister aux environs de Québec, et le calcaire de Chazy n'y est représenté que par un lit de 1 à 2 mètres. A la suite viennent les calcaires dits de Black River, Birdseye et Ireton, dont les affleurements à la jeune Lorette donnent une épaisseur totale de près de 200 mètres. Ces calcaires sont pour la plupart noirs et fort bitumineux, et les couches supérieures contiennent, surtout entre Lorette et Montmorency, beaucoup de fossiles, entre autres : *Trinucleus concentricus*, *Calymene senaria*, *Ceraurus pleurexanthemus*, *Lingula quadrata*, *Conularia trentonensis* seu *quadrisulcata*, *Atrypa extans*, *Leptaena sericea*, *L. alternata*, *L. deltoidea*, *Orthis testudinaria*, et beaucoup d'autres espèces décrites par M. Ball, comme caractérisant la formation silurienne inférieure de l'Amérique du Nord. Déjà vers le sommet de ces calcaires les Graptolithes paraissent, mais elles sont beaucoup plus abondantes dans les schistes noirs et bitumineux qui recouvrent le calcaire d'Ireton et sont les schistes d'Utica des géologues de New-York. Ces schistes sont montrés par une coupe de la rivière Sainte-Anne, près de Québec, où ils offrent une épaisseur de 100 mètres, tandis que dans l'Etat de New-York cette même formation a 40 mètres.

Dans la section de la rivière Sainte-Anne, on voit succéder à ces schistes noirs une épaisseur d'environ 230 mètres de schistes argilo-arénacés de couleur grisâtre, offrant quelques bandes de conglomérat, et suivis par un lit de 25 mètres de schistes noirs bitumineux, contenant des graptolithes, et ressemblant aux schistes d'Utica. Les espèces *Graptolithus ramosus*, et *G. bicornis* de Hall y sont abondantes. Ensuite vient une seconde série de schistes aré-

nacés et argileux, quelquefois un peu bitumineux, entre lesquels s'intercalent des bandes de grès grisâtre. Ces schistes offrent aussi des Graptolithes en petit nombre, et sont recouverts par une troisième couche de schistes noirs à Graptolithes. M. Logan ne prétend pas donner avec exactitude l'épaisseur totale de cette série depuis les schistes d'Utica; mais elle peut s'élever à environ 300 mètres. Elle forme la partie inférieure du groupe de la rivière Hudson, qui se confond avec les schistes d'Utica. Comme cette partie est beaucoup développée dans la vallée de Richelieu, M. Logan l'a distinguée sous le nom de schistes de Richelieu auxquels succèdent des calcaires, qui, étant pénétrés dans tous les sens par des veines de quartz et de calcite cristallins, ont été nommés par les géologues de New-York calcaires spathiques (*sparry limestones*). Ces calcaires sont composés de cinq ou six bandes, et sont très irréguliers dans leurs caractères lithologiques; quelquefois ils offrent des calcaires purs (ayant en certaines localités une structure oolitique) qui deviennent plus loin des conglomérats calcaires ayant une face arénacée, et sont quelquefois remplacés par des grès grisâtres qui ont l'aspect de quartzites; des lits de calcaire magnésien y sont souvent intercalés. Ces bandes de calcaires sont séparées par des couches minces de schistes argileux rougeâtres ou verdâtres, et fournissant les nouvelles formes de Graptolithes, qui sont très abondantes dans deux couches arénacées, étant à une distance de quinze mètres environ l'une de l'autre. Les calcaires spathiques sont très bitumineux et contiennent souvent des restes de coraux et d'Orthocératites, mais la structure de ces fossiles a été tellement modifiée par la cristallisation, qu'il est très difficile de reconnaître les espèces. La ville de Québec est bâtie sur cette partie supérieure du groupe de la rivière Hudson, qui peut avoir ici une puissance de 300 mètres.

A la suite de ces calcaires viennent 300 mètres de schistes rouges rayés de vert, intercalés avec des bandes minces de grès grisâtre, le tout sans fossiles. A ces schistes succèdent environ 1000 mètres de grès verdâtres, qui ont parfois le caractère de conglomérats et qui jaunissent par l'action du temps. Ces grès sont divisés par des couches de schiste rouge, en plusieurs masses, dont les tranches forment des côtes parallèles, à Sillery et au Cap-Rouge au N., et à Saint-Nicolas au S., du Saint-Laurent, près de Québec. Ces grès, qui correspondent aux conglomérats d'Onéida des géologues de New-York, ont été désignés, par la Commission du Canada, sous le nom de grès de Sillery.

Les différentes formations déjà nommées, depuis le grès de

Potsdam jusqu'au grès de Sillery inclusivement, forment le système silurien inférieur de cette partie du Bas-Canada. Les roches ici sont beaucoup pliées et contiennent, dans des fissures produites par les dislocations, une matière noire, combustible, qui a une forte ressemblance avec la houille. Cette substance a été reconnue par les géologues de New-York sous le nom d'*anthracite*, mais elle perd par une forte chaleur à peu près 20 pour 100 de son poids en forme de gaz ou vapeurs bitumineuses et combustibles, et donne un charbon très difficile à brûler, qui ne laisse que quelques millièmes de cendres. Cette matière se trouve dans toutes les formations, depuis le grès calcifère jusqu'au grès de Sillery inclusivement, et elle est abondante dans ces calcaires de Québec, qui sont associés avec les Graptolithes. Elle se présente quelquefois sous la forme de mamelons à surface brillante, implantés sur des cristaux de calcite qui tapissent les druses et les fissures de ces roches. En d'autres cas, elle remplit entièrement les fissures et enveloppe souvent des fragments détachés de la roche, formant ainsi des veines qui ont quelquefois 8 ou 10 centimètres d'épaisseur. Les murs de ces veines sont souvent recouverts par une couche de cette matière, servant de ciment à des fragments de roche très divisés, tandis que l'espace intermédiaire est rempli par la matière noire à l'état de pureté. Des veines de cette substance, n'ayant plus qu'un millimètre d'épaisseur, se trouvent couvrant la surface d'une digue de trapp et même traversent la roche. Dans ce dernier cas, la matière combustible est intersectée par des veines de calcite affectant la forme réticulaire, qui paraissent remplir des fentes produites par la dessiccation d'une substance molle. Les veines de cette matière, qui se trouvent dans les calcaires de Québec, contiennent empâtés de nombreux cristaux de quartz terminés aux deux extrémités. Ces cristaux sont quelquefois d'une limpidité parfaite, mais ils renferment souvent des particules de la matière noire, qui les colore parfois d'un noir opaque.

Dans l'opinion de M. Logan, les conditions dans lesquelles se trouve cette substance combustible ne laissent aucun doute qu'elle dérive par un procédé de distillation des roches bitumineuses qui forment une si grande partie du terrain paléozoïque, et que cette matière bitumineuse, une fois volatilisée, a subi une action oxydante qui, enlevant une grande partie de son hydrogène, l'a durcie et l'a changée en cette matière infusible et très peu volatile qui ressemble tant au charbon minéral.

Les caractères remarquables de cette substance ont plusieurs fois induit des personnes à entreprendre des travaux inutiles,

dans l'espérance de trouver dans ces roches des mines de houille, et il ne manque pas de personnes qui, dans leur ignorance de la géologie, ont naïvement soutenu que les fossiles de ces couches paléozoïques, caractérisées par des Graptolithes, appartiennent à l'époque carbonifère.

Les ondulations du terrain du district de Québec sont tellement nombreuses, que, quoique la puissance totale de la formation silurienne inférieure n'excède pas 2500 mètres, et que les plis soient pour la plupart à angles aigus, la formation s'étend sur une largeur transversale (vers le S.-E.) d'environ 20 lieues. Pour la moitié S.-E. de cette section, les roches sont devenues très cristallines, et elles forment une continuation des montagnes vertes de l'État de Vermont. Dans cette chaîne de montagnes les grès massifs de Sillery, transformés en une roche plus ou moins feldspathique, jouent un rôle très important. Les serpentines de cette chaîne, que l'on a suivie sur une étendue de près de 50 lieues en Canada, paraissent être les équivalents des calcaires et dolomies des roches de la ville de Québec, formant la partie supérieure du groupe de la rivière Hudson.

M. Élie de Beaumont lit la lettre suivante de M. Sismonda :

*Extraits d'une lettre de M. le professeur Ange Sismonda
à M. Élie de Beaumont.*

Turin, le 23 avril 1855.

J'ai conduit dernièrement M. Fournet dans la vallée de Vermignana pour lui faire voir les conglomérats anagénitiques et le calcaire dont se composent les montagnes situées entre la vallée du Tanaro, d'un côté, et celle du Gesso, de l'autre. Le temps nous a manqué pour pousser notre course, comme nous le désirions, jusqu'au col de Tende; cependant nous sommes entrés assez loin dans la vallée de Vermignana pour que M. Fournet ait pu voir le gisement des roches dans tous ses détails. D'après ce que M. Buckland et ensuite M. Pareto ont écrit sur cette contrée, M. Fournet s'attendait à y trouver le terrain triasique, ce qui, du reste, s'accordait fort bien avec les idées qu'il a sur la constitution des Alpes; mais il a reconnu que ces conglomérats n'ont rien de commun avec le terrain triasique, et il a adopté mon avis, qu'ils se trouvent au même niveau géologique que mon terrain anthracifère supérieur, c'est-à-dire qu'ils représentent les argiles de l'oxford-clay,

et que, par conséquent, le calcaire qui leur est inférieur correspondait à la grande oolite ou peut-être au lias supérieur, ou, en d'autres termes, que ce serait la bande de calcaire qui passe à Villette, en Tarentaise.

Nous avons projeté de faire cet été une course autour du Mont-Blanc, et, parmi les raisons qui me font désirer de donner suite à ce projet, il y a celle de voir de mes propres yeux quelles sont, dans ces montagnes-là, les couches que M. Fournet rapporte au trias, et quelles sont celles qu'il rapporte au terrain houiller.

Sur les deux formations nummulitiques du Piémont.

J'ai été ces jours passés dans les collines d'Acqui pour examiner de nouveau le gisement de grès nummulitique. Je n'ai rien trouvé qui me porte à modifier ce que je vous ai écrit précédemment sur ce sujet. La superposition du grès nummulitique au conglomérat avec lignite, à *Anthracotherium* (Cadibona), est un fait clair et si tranché, qu'on ne peut s'y méprendre. Avec les Ammonites il n'y a pas beaucoup d'autres fossiles; cependant ceux qui leur sont associés appartiennent à des espèces moins anciennes que celles qui accompagnent les Nummulites dans le comté de Nice et ailleurs dans les Alpes. Ce fait et le fait non moins important de leur gisement supérieur, ou macigno à *Fucoïdes* (*flysh*), nous prouvent de ce côté-ci des Alpes l'existence d'une zone nummulitique plus récente que celle que, dans votre *Notice sur les systèmes de montagnes*, page 459, vous appelez *méditerranéenne*, et qui doit être considérée comme l'équivalent de celle que, dans ce même ouvrage, vous nommez *terrain nummulitique soissonnais*. Je ne veux pas pousser ce rapprochement jusqu'à établir que les couches nummulitiques d'Acqui occupent le même horizon que celles du Soissonnais, car il peut se faire que celles d'Acqui soient un peu plus élevées, mais elles ne sortent pas du terrain *éocène*. M. Brongniart avait déjà cette idée pour le lignite de Cadibona, car M. Cuvier, dans son grand ouvrage sur les ossements fossiles, t. V, p. 467, 4^e édit., en parlant de l'*Anthracotherium*, dit que ce savant regardait le lignite où il se trouve comme contemporain du gypse de Paris. M. Lyell, dans son *Manual of elementary geology*, édition de 1852, cite l'*Anthracotherium* comme un des fossiles existant à la partie supérieure du terrain éocène. D'après tout cela, il me paraît incontestable qu'il existe dans votre pays deux terrains nummulitiques, dont l'un est, comme vous l'avez toujours soutenu, antérieur au soulèvement du système des Pyrénées.

nées, tandis que l'autre aurait immédiatement suivi cette grande catastrophe, et celui-ci aurait son analogue dans celui du Soissonnais.

N. B. Pour mon compte personnel, je suis porté à croire, d'après les observations de M. Sismonda, qu'il existe trois étages nummulitiques : l'étage *nummulitique méditerranéen*, l'étage *nummulitique soissonnais*, et l'étage *nummulitique d'Acqui*, de même à peu près qu'il existe trois grands étages à Gryphées : le *blue lias*, les *marnes supra-liasiques* et l'*oxford-clay*. É. D. B.

M. Michelotti pense que les couches de la vallée de la Bormida, regardées par M. Sismonda comme éocènes, forment la partie inférieure du terrain miocène, ainsi qu'il l'a déjà indiqué (1). Il rappelle, à l'appui de son opinion, que la plupart des coquilles, des polypiers et des échinodermes qu'on y trouve sont incontestablement identiques avec les fossiles de la Superga ; que l'on y rencontre beaucoup plus d'Orbitolites que de Nummulites, et que ce dernier genre n'est pas tout à fait exclus des couches miocènes, comme MM. d'Archiac et J. Haime l'ont prouvé dans leur Monographie.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Lory :

Note sur les assises inférieures de la montagne de Crussol, près de Valence, par M. Ch. Lory.

Grenoble, 20 avril 1855.

Lors de la réunion extraordinaire de la Société à Valence, en septembre dernier, il est resté dans le procès-verbal de la course à la montagne de Crussol quelques doutes relativement à la classification des assises inférieures de cette montagne. Je viens d'en faire une étude attentive qui m'a permis d'y constater, entre autres points, l'existence du lias supérieur réduit à une épaisseur très faible, mais bien caractérisé par ses fossiles. La coupe de la montagne de Crussol, ainsi complétée, offre une analogie frappante avec celle des environs de Privas.

Lorsqu'on est au bas du ravin dit *ravin d'Enfer* ou du *Rioulet*,

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. IX, p. 43.

on trouve, comme on l'a vu par la notice de M. Sautier et le procès-verbal de la course du 4 septembre, que la base de la montagne est formée par une assise de grès quartzeux de diverses teintes, alternant avec des argiles schisteuses et des calcaires magnésiens argileux jaunâtres. Cet ensemble de couches est complètement dépourvu de fossiles; on le voit reposer directement sur des saillies granitiques; il commence à se montrer à la base de la montagne, un peu au N. du ravin, près du village de Guilhaerand, et va en s'élevant constamment dans la direction du midi jusqu'en face des hauts fourneaux de Soyons, où la Société a pu apprécier sa puissance considérable. L'absence de fossiles empêche de déterminer directement l'âge de ces couches, et nous nous bornons à les désigner pour le moment sous le nom de *grès de Soyons*.

En remontant le Rioulet, et prenant ensuite à droite, comme l'a fait la Société, on trouve, en contact immédiat avec les couches supérieures de ces grès, des calcaires bleuâtres siliceux (assise *h* de M. Sautier), où l'on a ouvert deux carrières, et dans ces carrières mêmes, au-dessus de ces calcaires, on voit régner d'une manière continue la petite couche de marne ferrugineuse où la Société a pu recueillir les fossiles caractéristiques des minerais de fer sous-oxfordiens. Toutefois, il est facile de voir que le contact de ces couches avec les grès inférieurs résulte ici d'une petite faille locale, et qu'on ne peut constater sur ce point la série complète des assises. Nous y reviendrons plus tard; mais cette série est, au contraire, très facile à reconnaître près d'une nouvelle carrière ouverte sur le flanc opposé du ravin, dans la partie de la montagne qui se prolonge vers Soyons.

De haut en bas, les couches se présentent dans l'ordre suivant :

1° Marnes oxfordiennes proprement dites, avec abondance de *Belemnites hastatus*, *Aptychus*, *Ammonites plicatilis*, *A. cordatus*, etc.; elles sont recouvertes et masquées en partie par un dépôt sableux analogue au *læss* que la Société a eu l'occasion d'étudier sur l'autre revers de la montagne.

2° Calcaires marneux, noduleux, en couches peu épaisses, avec *Ammonites Backeriæ*, Sow.; plaquettes de calcaire siliceux, gris ou bleuâtre, tapissées d'une multitude de *Posidonies*; enfin 2 à 3 mètres de calcaire marneux semblables aux précédents.

3° Petite couche de marne ferrugineuse d'environ 0^m,1, contenant beaucoup d'*Ammonites* caractéristiques du groupe kellovien. Comme la Société l'a vérifié sur d'autres points, cette petite couche et l'horizon des plaquettes à *Posidonies*, qui en est si voisin, se suivent avec la plus grande constance dans toute la partie inférieure

de la montagne. Outre les fossiles cités dans le *Bulletin* de la réunion extraordinaire, j'y ai rencontré encore *Ammonites tatricus*, Pusch, *A. tumidus*, Ziet., *A. hecticus*, Hart., *A. discus*, Sow., *A. subdiscus*, d'Orb. Ces deux dernières appartiennent ordinairement à l'étage de la grande oolite ; cependant je crois ne m'être pas trompé dans leur détermination.

4° Calcaires bleuâtres, durs, finement grenus, siliceux, où la silice s'isole parfois sous forme de rognons ; c'est pour leur exploitation qu'on a ouvert cette carrière, comme celles du bord opposé du ravin. Leurs bancs ont 0^m,25 à 0^m,35 d'épaisseur ; la puissance totale est ici de 2 mètres seulement. La couche supérieure, en contact avec la marne ferrugineuse ci-dessus, présente des ondulations contournées, ramuleuses, analogues à celles que l'on a considérées souvent comme des empreintes de Fucoides. Les couches moyennes renferment quelques *Ammonites* fortement empâtées et difficiles à détacher, parmi lesquelles j'ai rencontré les *Ammonites tripartitus*, Rasp., et *A. discus*, Sow. Du reste, en suivant le prolongement de la même couche à quelques pas de là, vers le bas du ravin, près d'une maison isolée, on trouve les mêmes fossiles beaucoup mieux conservés et très abondants ; j'y ai rencontré ensemble : *Ammonites Backeriæ*, Sow., *A. tatricus*, Pusch, *A. tripartitus*, Rasp., *A. discus*, Sow., *A. subdiscus*, d'Orb., *A. biflexuosus*? id., *A. Parkinsoni*, Sow., *Lima proboscidea*, id., etc. Enfin, les couches inférieures de ces mêmes calcaires siliceux renferment encore quelques *Ammonites*, mais surtout des Peignes, des Térébratules et des Rhynchonelles, dont les espèces paraissent être les mêmes que celles de la marne ferrugineuse kellovienne. Ces calcaires siliceux offrent, comme on le voit, avec une majorité d'espèces caractéristiques du groupe kellovien, d'autres espèces indiquées généralement dans l'étage oolitique inférieur. Ainsi l'incertitude que nous avons laissé subsister sur leur classification dans la rédaction du procès-verbal de la réunion extraordinaire nous semble encore mieux motivée par l'examen des fossiles qui s'y trouvent. Cette assise ne me paraît rentrer décidément ni dans l'étage callovien de M. d'Orbigny ni dans l'étage bathonien ; la séparation qui existe entre ces deux étages dans le bassin anglo-parisien n'aurait pas lieu ici, et l'union intime de ces deux étages se manifesterait par un mélange d'espèces d'*Ammonites* habituellement séparées. Au reste, des faits analogues, relatifs à plusieurs des espèces mentionnées ici, ont été discutés par M. Thiollière, *Bull.*, 2^e série, t. V, p. 34 et suiv.

5° A la base de la même carrière, on exploite aussi un banc de

grès de 0^m,40, rempli de parties lamellaires qui sont des débris d'Encrines, et contenant beaucoup de grosses Térébratules (*T. perovalis*, Sow.?), des Rhynchonelles (*R. quadruplicata*, d'Orb.); on y voit encore quelques autres fossiles, entre autres, une Ammonite très renflée, non déterminable, mais qui n'a paru se rapprocher beaucoup de certaines espèces de l'oolite inférieure, par exemple de l'*A. Brongniartii*, Sow. Cette couche de grès à Encrines et à Térébratules nous paraît être un représentant rudimentaire de l'oolite inférieure.

6° Grès moins dur, plus grossier, formant deux couches : l'une, presque friable, de 0^m,25 ; l'autre, plus consistante, de 0^m,40. Il contient une grande quantité de Bélemnites, quelques Ammonites, dans lesquelles on reconnaît facilement des espèces caractéristiques du lias supérieur : *Belemnites tripartitus* Schloth., *Ammonites complanatus*, Brug., *A. bifrons*, id., *A. serpentinus*, Schl., *Nucula Hammeri*, Defr., etc.

En dessous de la carrière, au bord du ravin, ce grès repose immédiatement sur une dolomie argileuse, jaunâtre, avec laquelle il n'a aucune liaison, et à cette dolomie on voit succéder plus bas, dans le lit du ruisseau, des grès bigarrés sans fossiles.

Ainsi, entre ce terrain des grès de Soyons et la petite couche de marne ferrugineuse kellovienne, nous trouvons ici trois assises bien distinctes, dans lesquelles il est permis de voir des représentants rudimentaires du lias supérieur (grès à Bélemnites), de l'oolite inférieure (grès à Entroques et à Térébratules) et d'un passage entre les groupes bathonien et kellowien (calcaires bleus siliceux) ; le tout sur une épaisseur de 3 mètres environ.

En revenant de la carrière que nous venons de décrire vers la maison isolée, sur le flanc droit du ravin, on suit aisément pendant quelque temps les prolongements de ces diverses couches, puis on voit disparaître, à la partie inférieure, le grès à Bélemnites ; le grès à Encrines et à Térébratules repose alors immédiatement sur les dolomies. Au-dessus de lui, on trouve les calcaires siliceux riches en Ammonites, ainsi que je l'ai indiqué plus haut. Cette localité mérite surtout d'être citée pour l'abondance de la belle espèce *Ammonites tripartitus*, Rasp. Enfin, à quelques pas plus loin, devant la maison, ces calcaires siliceux paraissent s'appuyer sans intermédiaire sur les grès bigarrés et les dolomies.

Il y a donc évidemment discordance complète et indépendance entre ces diverses assises. Des remarques analogues peuvent être faites en suivant le sentier qui monte de ce point dans la direction de Soyons, et le long duquel on marche tantôt sur les grès et les dolomies, tantôt sur les calcaires siliceux ; on y voit le grès inférieur

à ceux-ci passer à une roche ferrugineuse, pétrée d'Encrines, avec quelques Rhynchonelles et le *Belemnites sulcatus* (?); cette roche a été exploitée comme minerai de fer pauvre, ou comme castine, pour le fourneau de Soyons.

Si l'on revient maintenant au ravin du Rioulet pour en explorer la rive gauche, on trouve les calcaires siliceux exploités dans les deux carrières que la Société a visitées en septembre dernier; ils y sont plus épais que dans la carrière de la rive droite, mais on ne voit pas immédiatement sur quoi ils reposent. Leur couche supérieure est toujours caractérisée par les mêmes empreintes de prétendus Fucoides, et surmontée par la marne ferrugineuse kellowienne. Le terrain inférieur, grès et dolomies de Soyons, est très bouleversé et partagé par plusieurs petites failles. Aussi, sur un petit espace, on voit reposer ou s'appuyer immédiatement sur ces roches, soit les plaquettes à Posidonies et les calcaires marneux qui les accompagnent, soit les calcaires siliceux inférieurs. Le lias supérieur reparait cependant encore de ce côté du ravin, mais seulement sur un point très restreint. Il consiste ici : 1° en une couche de grès, reposant immédiatement sur les dolomies argileuses, environ 0^m,66; 2° en une petite couche de marne dure, grise, remplie de grains oolitiques ferrugineux, 0^m,20; elle est recouverte par une petite couche de grès, qui peut-être appartient encore au même étage, mais plus probablement aux grès à Térébratules. A deux pas de là, le tout s'enfonce au N. sous les calcaires bleus siliceux; dans le sens de sa longueur l'affleurement n'a pas plus de 15 mètres d'étendue. Dans le grès on voit des Bélemnites, quelques Rhynchonelles; j'y ai aussi trouvé le *Nucula Hammeri*; dans la marne à oolites ferrugineuses, j'ai trouvé *Ammonites bifrons*, *A. complanatus*, *A. radians*, *Belemnites tripartitus*, etc., le tout en bon état de conservation. C'est en ce point que M. Sautier avait recueilli une Ammonite dont il signale en effet l'extrême ressemblance avec l'*A. bifrons* (Bull., réun. à Valence, 2^e série, t. XI, p. 720); mais il avait pensé que cette petite couche à grains de fer oolitique faisait partie de la marne ferrugineuse kellowienne. C'est aussi en revoyant un échantillon que j'avais recueilli avec lui sur ce point, que j'ai eu l'idée de l'existence du lias supérieur dans cette localité et que j'ai été conduit à l'explorer de nouveau.

En résumé : La base de la montagne de Crussol est formée par le système des grès bigarrés, argiles et dolomies de Soyons, ensemble dépourvu de fossiles, mais qui me semble pouvoir être complètement assimilé aux grès bigarrés et dolomies argileuses des environs de Privas; la Société a été portée à voir dans ces derniers des représentants du trias.

Le lias supérieur est représenté par quelques *lambeaux* de couches peu puissantes (souvent moins d'un mètre) de grès remplis de Bélemnites; ces grès ressemblent à ceux des environs de Privas, et ils sont accompagnés sur un point, comme à Saint-Priest, d'une petite couche de marne contenant des grains de fer oolitique et les Ammonites caractéristiques des minerais de Saint-Priest, la Verpillière, etc.

L'oolite inférieure peut être regardée comme représentée rudimentairement, ainsi qu'à Privas, par une couche pétrie d'Encrines et de Térébratules, qui, sur certains points, devient ferrugineuse.

Enfin, l'assise des calcaires bleus siliceux, surmontée immédiatement de la petite couche de marne ferrugineuse kellowienne, contient un certain nombre d'Ammonites, où il paraît y avoir mélange d'espèces des deux groupes bathonien et kellowien; et je crois qu'elle ne peut être rapportée *exclusivement* ni à l'un ni à l'autre de ces deux étages; bien distincts dans d'autres régions, ils seraient ici étroitement unis et sans délimitation marquée.

M. Élie de Beaumont donne lecture de la note suivante :

Note sur des gîtes de nickel dans le département de l'Isère,
par M. É. Gueymard.

Les recherches que j'ai faites sur le platine des Alpes m'ont permis de parcourir beaucoup de localités que je n'avais pas vues pendant que j'étais en activité. J'ai fait quelques découvertes métalliques qui présentent de l'intérêt. Après le platine, je place le nickel en seconde ligne. On ne connaissait dans le département de l'Isère que le gîte de nickel des Chalanches, au-dessus d'Allemont; je viens faire connaître aujourd'hui trois autres gîtes qui se trouvent dans l'arrondissement de Grenoble.

1^o *Nickel arséniaté de La Salle en Beaumont, canton de Corps.*
— Les montagnes de La Salle en Beaumont sont toutes de lias, étage des Bélemnites. Le pays est assez accidenté et les couches sont plus ou moins plissées. Le gîte dont il s'agit est sur la rive gauche du ruisseau de La Salle, à vingt-cinq minutes de l'église, dans un bois. On trouve, dans un petit ravin perpendiculaire au cours du ruisseau de La Salle, un filon de chaux carbonatée, lamellaire, blanche, entremêlé de zinc sulfuré, en assez grande quantité; la puissance du filon varie de 35 à 40 centimètres; il est vertical et bien réglé. Sur la paroi de gauche, en montant, on trouve de petits nids de nickel arséniaté, facile à reconnaître, attendu qu'il n'est pas altéré. Cette association des deux métaux, zinc et nickel, est intéressante, et il y aurait quelque intérêt à faire une fouille par une galerie horizontale vers le point où j'ai pris le nickel. La montagne présente une pente assez forte. J'ai traité un échantillon de nickel arséniaté, mêlé de blende et de chaux car-

bonatée. J'ai obtenu 23 pour 100 d'oxyde de nickel, ce qui est une belle richesse.

2° *Nickel arséniaté de la Motte-les-Bains.* — Dans le courant de 1852, deux ouvriers découvrirent un gîte d'or natif, à quelques mètres du château de la Motte-les-Bains; il fut exploité par eux et par M. de Cuteau; il produisit des échantillons d'une grande richesse. Ce gîte était dans le calcaire magnésien du lias; deux échantillons me furent remis par M. de Cuteau. Le premier avait pour gangue un double carbonate de chaux et de protoxyde de fer; elle était altérée et je n'ai trouvé que des traces de magnésie. L'or était dans les petites fissures et cavités; la gangue, parfaitement compacte, m'a donné des traces d'or et de platine. Le second échantillon était plus aurifère que le premier; l'or se trouvait dans les petites cavités d'une gangue d'un gris verdâtre, prise pour une bournonite altérée. En examinant bien attentivement cette gangue, il me fut facile d'avoir des doutes, et l'analyse vint les confirmer, car cette bournonite altérée était de l'arséniaté de nickel, à la dose de 13,74 pour 100 d'oxyde de nickel. Ce résultat était important, car, la gangue du gîte d'or étant du nickel arséniaté, elle excluait toute pensée de charriage de l'or par des courants; elle donnait de la valeur aux espérances qu'on pouvait concevoir. Ce gîte ne pouvait pas être le résultat d'un accident; il appartenait à un filon qu'il fallait étudier. Des difficultés survenues entre M. de Cuteau et les ouvriers ont suspendu momentanément l'exploration.

3° *Sulfo-antimoniure de nickel du Valbonnais, canton de Corps.* — J'ai trouvé, il y a près de trois ans, un petit filon dans les montagnes du Valbonnais, arrondissement de Grenoble; la nature du minerai me parut singulière, car je n'avais jamais rien vu de semblable dans les Alpes. Je fis l'analyse de ce minerai et je trouvai :

25,92 sulfure de nickel (49,88 nickel métallique).

7,28 sulfure de fer.

66,80 sulfure d'antimoine.

100,00

C'est la première fois que le sulfo-antimoniure de nickel a été rencontré dans le département de l'Isère. Ce filon s'annonce assez bien, mais, avant de faire une exploration sérieuse, j'ai voulu m'occuper du mode de traitement métallurgique, puisqu'on ne trouvait pas à vendre ce minerai. La voie sèche ne m'a pas réussi; j'ai eu recours alors à la voie humide, et depuis un mois j'ai obtenu un succès complet. On extrait l'oxyde de nickel pur avec peu de frais, et mon procédé est d'une simplicité vraiment remarquable sous le rapport pratique. Ce gîte se trouve dans les gneiss, à une heure et quart du village de Pechaud, commune du Valbonnais. J'attends la disparition des neiges pour faire des recherches sérieuses sur ce filon.









